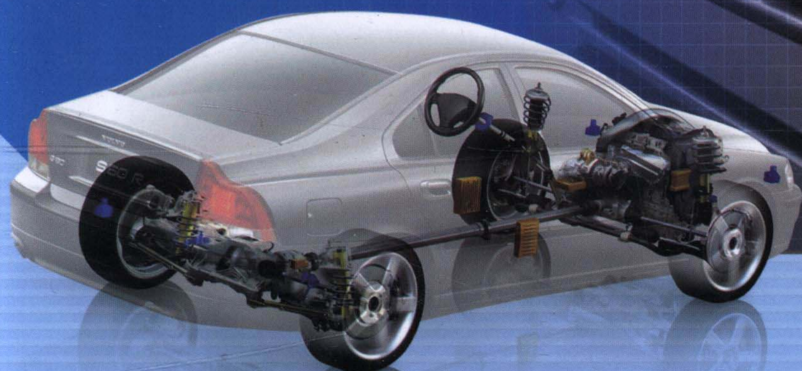
汽车空调应用与维修
——从入门到精通

QICHE KONGTIAO YINGYONG YU WEIXIU CONG RUMEN DAO JINGTONG

夏云铧◎主编　何建清◎副主编

第3版







机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

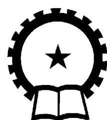
LANZAROTE

Caliente.com

汽车空调应用与维修
——从入门到精通

第3版

主　编　夏云铧
副主编　何建清
参　编　崔文燕　梁琳琳



机 械 工 业 出 版 社

本书是广受欢迎的《汽车空调应用与维修——从入门到精通》一书的第3版。新版书继承了前两版通俗易懂、注重实用的优点，在添加了大量新型电控空调系统诊断、维修内容的基础上，进一步增加了新车型的维修案例。同时，精简了前两版中过时的内容，力争帮助广大修理工适应技术进步带来的新挑战。全书分为3篇17章，第一篇第1~3章为汽车空调入门，第二篇第4~8章为汽车空调的系统调节与控制，第三篇第9~17章为汽车空调保养、维修。

本书适合用作汽车空调维修工的培训教材，也可当作广大修理工自修、提高时的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

汽车空调应用与维修：从入门到精通/夏云铧主编．—3版．—北京：机械工业出版社，2013.5

ISBN 978-7-111-42590-8

Ⅰ.①汽…　Ⅱ.①夏　Ⅲ.①汽车空调－维修　Ⅳ.①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第106691号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：刘　煊　　责任编辑：刘　煊
版式设计：常天培　　责任校对：张晓蓉
封面设计：赵颖喆　　责任印制：李　洋
三河市国英印刷有限公司印刷
2013年7月第3版第1次印刷
184mm×260mm · 25.5印张 · 630千字
0001—4000册
标准书号：ISBN 978-7-111-42590-8
定价：65.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务　　网络服务
社服务中心：（010）88361066　　教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：（010）68326294　　机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：（010）88379649　　机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：（010）88379203　　封面无防伪标均为盗版

前 言

本书自1999年首次出版，十多年来已推出第1、第2两版，先后多次重印，得到了广大读者的欢迎和认可，收到了不少读者来信，对本书内容与编排表示满意，并对此书提出了许多宝贵的意见和建议，为此在这里编者表示衷心感谢。

近年来，我国汽车工业飞速发展，汽车产品不断的升级换代。一批具有国际技术水平的新型车涌入市场，尤以小轿车的发展最为迅速。为适应用户对汽车舒适性的需求，电脑（ECU）控制的空调系统在新型轿车上已经全面普及。随着汽车空调系统技术日益复杂，汽车空调的维修也面临更多的困难。为了适应这种技术变革带来的困难，编者对本书内容进行了调整，除保持前两版的风格和基本结构外，主要作了以下两个方面的修改：1. 增加了与技术进步有关的新内容；2. 精简了部分过时的内容。

《汽车空调应用与维修——从入门到精通》（第3版）便是依据以上原则进行修订后，使读者除了对一般汽车空调的应用维修给予了解外，还能了解中高档轿车常见装置的自动空调的应用维修技术。

第3版经调整后共分17章，第一篇第1~3章介绍了汽车空调基础理论；第二篇第4~8章介绍了汽车空调的调节和控制；第三篇第9~17章介绍了汽车空调的保养和维修。

本书适合用作汽车空调维修工的培训教材，也可当作广大修理工自修、提高时的参考书。

目 录

前言

第一篇　汽车空调基础理论

第 1 章　汽车空调入门 ……………………… 2
1　汽车空调的特点 ……………………… 2
2　汽车空调的性能评价指标 ……………… 3
3　汽车空调制冷原理 …………………… 3
4　汽车空调应用的制冷剂和冷冻润滑油…… 4
5　一般汽车空调系统的结构组成 ………… 14
6　自动汽车空调系统的结构组成 ………… 15
第 2 章　汽车空调本体结构原理 ……… 20
1　概述 ………………………………… 20
2　汽车空调压缩机应用概况 …………… 21
3　汽车空调制冷压缩机结构原理 ……… 22
4　汽车空调换热装置 …………………… 37
5　汽车空调其他主要辅助设备………… 39
6　充注 R—134a 的制冷系统 …………… 43
第 3 章　汽车空调的布置 ……………… 47
1　汽车空调分类概述 …………………… 47
2　小型车辆汽车空调的布置方式 ……… 50
3　大中型车辆汽车空调的布置方式 …… 51
4　豪华型客车空调的布置方式………… 54

第二篇　汽车空调的系统调节与控制

第 4 章　汽车空调制冷系统的温度控制 …………………………… 59
1　概述 ………………………………… 59
2　恒温器控制的离合器制冷循环系统 …… 59
3　吸气节流阀控制的蒸发器压力制冷系统 ………………………… 68
4　其他方法控制的蒸发器压力制冷系统 ………………………… 77
5　大型客车的制冷系统控制 …………… 78
第 5 章　汽车空调加热系统的温度控制 …………………………… 83
1　余热式加热系统的温度控制………… 83
2　恒温器控制的汽车空调另置热源加热系统 ………………………… 89
第 6 章　汽车空调车内送风量配送和温度的调配控制 ………………… 92
1　汽车空调车内送风量的配送方法 …… 92
2　汽车空调车内送风量配送系统的温度调配控制方法 ……………… 94
3　手控汽车空调送风量配送及温度调配控制系统 ………………………… 97
4　半自动调节的汽车空调(电控气动式)送风量配送及温度调配控制系统 …… 113
5　全自动汽车空调送风量配送及温度调配控制系统 …………………… 120
6　微电脑控制的汽车空调温度调配系统 ……………………………… 124
7　大中型车辆汽车空调的温度调配控制系统 ………………………… 131
第 7 章　汽车空调的运行保护控制和工况的控制 …………………… 134
1　汽车空调的运行保护装置 …………… 134
2　汽车空调运行工况的控制装置 ……… 142
第 8 章　汽车空调系统电路分析 ……… 146
1　汽车空调电路分析方法概述 ………… 146
2　汽车空调电路的分析 ……………… 149

3 汽车空调电路中的典型控制回路分析 …… 153
4 汽车空调系统电路分析举例 …… 159

第三篇 汽车空调保养、维修

第 9 章 汽车空调维修必备的工具、材料和必须掌握的技能 …… 164
1 维修必备的工具及专用设备 …… 164
2 维修必备的材料 …… 164
3 操作技能 …… 165
第 10 章 汽车空调系统的拆卸与安装 …… 171
1 轿车空调系统的拆卸与安装 …… 171
2 大中型车辆汽车空调系统的拆卸与安装 …… 185
3 汽车空调系统零部件的拆卸与安装 …… 189
第 11 章 汽车空调系统维护修理过程中的检测与调校 …… 200
1 汽车空调系统的检测与调校 …… 200
2 汽车空调系统零部件的检测与调校 …… 210
3 汽车空调控制系统钢索的调整 …… 214
4 奔驰系列轿车汽车空调系统的检测与调校 …… 216
第 12 章 汽车空调系统的检修方法与技术 …… 221
1 汽车空调检修的专用仪器与设备 …… 221
2 汽车空调的检修操作技术 …… 227
第 13 章 非电控汽车空调系统的诊断维修技术 …… 258
1 一般汽车空调的故障判断程序及排除方法 …… 258
2 独立式汽车空调的故障判断程序及排除方法 …… 266
第 14 章 微电脑控制汽车空调系统的诊断维修技术 …… 271
1 概述 …… 271
2 自诊断系统 …… 271
3 自诊断系统应用方法 …… 272
4 微电脑控制汽车空调故障表 …… 279
5 微电脑控制空调电路检修方法 …… 282
6 应用 OBDⅡ自诊断系统诊断汽车空调 …… 287
第 15 章 汽车空调系统的维护保养 …… 299
1 汽车空调的日常定期保养 …… 299
2 保养维护作业表 …… 304
3 汽车驾驶人对汽车空调的保养职责和范围 …… 308
4 汽车空调保修工对汽车空调的保养职责和范围 …… 309
第 16 章 汽车空调系统维修后的性能检测 …… 310
1 汽车空调系统维修后的外观检查 …… 310
2 汽车空调系统维修后的性能测试 …… 311
3 汽车空调制冷性能测试方法 …… 317
4 典型汽车空调系统维修后的性能检测和调校 …… 318
5 汽车空调系统零部件的调校程序和步骤 …… 320
第 17 章 汽车空调维修举例 …… 325
1 非电控汽车空调故障诊断维修举例 …… 325
2 电控汽车空调故障诊断维修举例 …… 349
3 空调系统电路故障的诊断与排除 …… 383

第一篇

汽车空调基础理论



第 1 章　汽车空调入门

1　汽车空调的特点

众所周知汽车空调是以耗用发动机的动力为代价来完成调节车厢内空气环境的。了解汽车空调的特点，有利于进行汽车空调的使用和维修。与室内空调相比，汽车空调主要有如下特点：

1）汽车空调安装在行驶的车辆上，承受着剧烈频繁的振动和冲击，因此，各个零部件应有足够的强度和抗振能力，接头应牢固并防漏。不然将会造成汽车空调制冷系统制冷剂的泄漏，破坏整个空调系统的工作条件，严重的会损坏制冷系统的压缩机等部件。使用中要经常检查系统内制冷剂的多少，据统计，由于制冷剂泄漏而引起的空调故障约占全部故障的 80%。

2）汽车空调所需的动力均来自发动机。目前，在轿车、轻型汽车、中小型客车及工程机械上，空调所需的动力和驱动汽车的动力均来自同一发动机。这种空调叫非独立式空调系统。大型客车和豪华型大、中客车，由于所需制冷量和暖气量大，一般采用专用发动机驱动制冷压缩机和设立独立的取暖设备，故称之为独立式空调系统。虽然非独立式空调系统会影响汽车的动力性能，但它相对于独立式空调，在设备成本、运行成本上都较经济。据测试，汽车安装了非独立式空调后，耗油量平均增加 10% ~20%（与车速有关）。发动机输出功率减少 10% ~12%。

3）汽车的特定工作环境要求汽车空调的制冷、制热能力尽可能大。其原因如下：

① 夏天车内乘客密度大，产热量大，热负荷高；冬天采暖人体所需吸热量亦大。

② 为了减轻自重，汽车隔热层一般都很薄，加上汽车门窗多、面积大，所以汽车隔热性差，热损大。

③ 汽车的工作环境因在野外，直接接受阳光、霜雪、风雨等的影响，环境变化剧烈。要使汽车空调在最短的时间里使车厢内达到舒适的环境，就要求其制冷量特别大。对非独立式空调系统来说，由于发动机工况频繁变化，所以制冷系统的制冷剂流量变化很大。比如发动机在高速和怠速运动时，转速相差 10 倍。这必然导致压缩机输送的制冷剂量变化极大。制冷剂流量变化大，轻者引起制冷效果不佳，重者会引起压力过高，压缩机出现敲击现象，发生事故。因此，汽车空调制冷系统较室内空调复杂得多。

④ 由于汽车本身的特点，要求汽车空调结构紧凑、质量轻，能在有限的空间进行安装。目前汽车空调的总重已比 20 世纪 60 年代下降了 50%，而制冷能力却提高了 50%。

⑤ 汽车空调的供暖方式与室内空调完全不同。对于非独立式汽车空调，一般利用发动机的冷却液或废气余热，而室内空调则是利用一个电磁阀，改变制冷剂量，机组很快起动并转入稳定状况。

2　汽车空调的性能评价指标

汽车空调的性能评价指标有如下五个。

1. 温度指标

温度指标是最重要的一个指标。人感到最舒服的温度是 20～28℃，超过 28℃，人就会觉得燥热。超过 40℃，为有害温度，会对人体健康造成损害。低于 14℃，人就会感到“冷”。当温度下降到 0℃时，会造成冻伤。因此，空调应控制车内温度夏天在 25℃，冬天在 18℃，以保证驾驶人正常操作，防止发生事故，保证乘员在舒适的状况下旅行。

2. 湿度指标

湿度的指标用相对湿度来表示。因为人觉得最舒适的相对湿度在 50%～70%，所以汽车空调的湿度参数要求控制在此范围内。

3. 空气的清新度

由于车内空间小，乘员密度大，在密闭的空间内极易产生缺氧和二氧化碳浓度过高。汽车废气中的一氧化碳、道路上的粉尘、野外有毒的花粉都容易进入车厢内，造成车内空气混浊，影响驾乘人员身体健康。这样汽车空调必须具有对车内空气进行过滤的功能，以保证车内空气的清新度。

4. 除霜功能

由于有时汽车内外温度相差太大，会在玻璃上出现雾或霜，影响驾驶人的视线，所以汽车空调必须有除霜功能。

5. 操作简单、容易、稳定

汽车空调必须做到不增加驾驶人的劳动强度，不影响驾驶人的正常驾驶。

3　汽车空调制冷原理

汽车空调系统采用的是蒸气压缩式制冷循环，图 1-1 为其工作原理图（单冷式）。

汽车空调压缩机由发动机驱动旋转。由压缩机排出的高温、高压制冷剂蒸气，通过高压液管进入汽车空调的冷凝器。由于高温、高压的制冷剂蒸气温度高于车外的空气温度，因此借助冷凝器风扇使冷凝器中制冷剂蒸气的热量被车外空气带走，使高温、高压的制冷剂蒸气冷凝成为较高温度的高压液体，通过高压液管流入储液干燥器，经干燥和过滤后，流过膨胀阀。在膨胀阀的节流作用下，制冷剂变成低温、低压的液体而进入汽车空调的蒸发器，在定压下汽化并吸收蒸发器管外空气中的热量，使流经蒸发器的车内循环空气的温度降低成为冷气，通过鼓风机送入车内，降低车内的空气温度。汽化后的制冷剂蒸气，由压缩机吸入进行压缩，又变成高温、高压的制冷剂气体，通过高压软管压入汽车空调的冷凝器，完成了汽车空调的一个制冷循环。此循环周而复始地进行，就可以使车内的温度维持在舒适的状态。

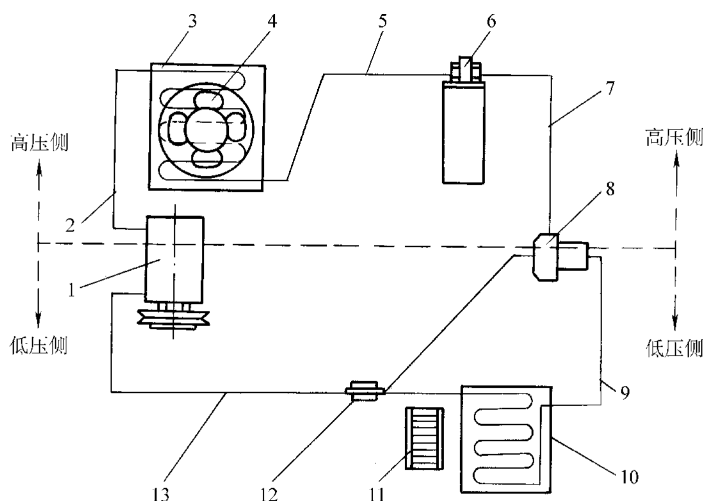


图 1-1 汽车空调系统工作原理

1—压缩机 2—排气管 3—冷凝器 4—风扇 5、7—高压液管 6—储液干燥器
8—膨胀阀 9—低压液管 10—蒸发器 11—鼓风机 12—感温包 13—吸气管

4 汽车空调应用的制冷剂和冷冻润滑油

在汽车空调制冷系统中，由制冷剂流动实现制冷工质的循环。制冷剂在蒸发器内吸收被冷却对象的热量而蒸发，在冷凝器内将热量传递给周围空气而被冷凝成液体，从而利用制冷剂的状态变化来达到制冷的目的。

目前汽车空调制冷均采用蒸气压缩式制冷方式，其是利用制冷剂的状态变化来转移热量的，因此对制冷剂提出了一些要求。

4.1 制冷剂

4.1.1 对制冷剂的要求

1. 对制冷剂物理性质的要求

1）制冷剂应有低的凝固点，能在低温下工作。

2）制冷剂应有高的临界温度。

3）制冷剂的密度和粘度要小，以减少在制冷系统中的流动阻力。

4）制冷剂应有一定的吸水性，以防止制冷系统的“冰堵”现象。

5）制冷剂的热导率和放热系数要大，以提高换热器的换热能力。

2. 对制冷剂化学性质的要求

1）制冷剂应无毒、无刺激性，对人体健康无损害。

2）制冷剂应不易燃烧、不易爆炸。

3）制冷剂对金属的腐蚀作用要小。

4）制冷剂在高温下应不分解，化学性质稳定。

5）制冷剂与冷冻润滑油应互溶，不起化学反应，不改变冷冻润滑油的特性。

3. 对制冷剂热力学性质的要求

1）制冷剂在蒸发器内蒸发温度要低，这样相应的蒸发压力也低。但蒸发压力应稍高于大气压力，以防止因制冷系统产生负压而吸进空气，使制冷能力下降。

2）制冷剂的冷凝压力不宜过高，一般应为 1.2 ~ 1.5MPa。冷凝压力太高，对制冷设备的强度要求也相应提高，而且会引起压缩机功耗增加。

3）等熵指数要小，以便使压缩机功耗减小，并且在压缩终了时气体的温度不会过高。

4）液体比热容要小，以便使节流过程的损失减小。

5）制冷剂蒸气的比体积要小，汽化热和单位容积制冷量要大，以减少制冷剂循环量。

6）循环的热力完善度尽可能大。

4. 对制冷剂经济性的要求

要求制冷剂价格便宜，易于得到。

4.1.2 常用制冷剂的种类和汽车空调制冷剂的选择

1. 制冷剂的种类

制冷剂的种类很多，一般常用的有氨、烃类和氟里昂类，常用制冷剂的主要性质如表 1-1 所示，表中 R 为英文“REFRIGERANT（制冷剂）”的首字母。

表 1-1 常用制冷剂的主要性质

项目 \ 制冷剂代号	R—12	R—22	R—717
制冷剂化学名称	二氟二氯甲烷	二氟一氯甲烷	氨
相对分子质量	120.9	86.5	17
标准大气压下沸点/℃	-29.8	-40.8	-33.4
凝固温度/℃	-157.8	-160	-77.7
临界温度/℃	111.7	96	132.4
临界压力/kPa	4113	4974	11417
临界比体积/(dm^3/kg)	1.792	1.904	4.245
汽化热（0℃）/(kJ/kg)	151.5	205.4	1257.3
等熵指数（293K）	1.138	1.19	1.32
比定压热容（290K）/[kJ/(kg·℃)]			
饱和液体	0.96	2.0	4.734
饱和气体	0.69	2.6	2.963
饱和液体密度（300K）/(kg/m^3)	1304.2	1183.5	600.19
饱和气体密度（300K）/(kg/m^3)	38.79	46.67	8.25
粘度（290K）/(μPa·s)			
饱和液体	231	70	157.7
饱和气体	12.46	21.3	11.07
热导率（290K）/mW·$(m·K)^{-1}$			
饱和液体	72.4	58.4	500
饱和气体	9.23	23.5	25.6

2. 制冷剂 R—12

R—12 对大气臭氧层有破坏作用，因此它是蒙特利尔议定书中的第一批禁用工质，发达国家已从 1996 年 1 月 1 日起停止使用，发展中国家到 2006 年也完全禁止使用。

3. 制冷剂 R—22

R—22 对大气臭氧层的破坏作用比 R—12 弱一些，属于蒙特利尔议定书中规定的第二批禁用工质，发达国家到 2030 年要完全禁止使用 R—22。

4. 制冷剂 R—717（氨）

氨有较好的热力学性质和热物理性质，在常温和普通低温范围内压力较适中。单位容积制冷量大，粘性小、流动阻力小，传热性能好。

氨能以任意比例与水相互溶解，组成氨水溶液，在低温时水也不会从溶液中析出而冻结成冰，所以氨制冷系统内不必设置干燥器。但氨系统中有水分时会加剧对金属的腐蚀，同时使制冷量减少，所以一般限制氨中的含水量不超过 0.2%（质量分数）。

氨在冷冻润滑油中的溶解度很小，因此氨制冷剂管道及换热器的传热表面上会积有油膜，影响传热效果。在氨制冷系统中，一般都设有油分离器，定期分离出沉积在下部的冷冻润滑油。

氨对钢铁不起腐蚀作用，但当含有水分时要腐蚀锌、铜、青铜及其他铜合金，只有磷青铜不被腐蚀，因此在氨制冷机中不使用铜及铜合金材料。

氨蒸气无色，具有强烈的刺激性臭味，对人体有较大的毒性。它刺激人的眼睛及呼吸器官，溅到皮肤上容易导致冻伤。

氨可以引起燃烧和爆炸，当空气中氨的含量达到 16%～25%（体积分数）时可引起爆炸，因此在工作区内氨蒸气的浓度不得超过 0.02mg/L。

4.1.3 汽车空调用环保型 R—134a 制冷剂

目前汽车空调中使用的制冷剂 R—12，由于其分子中含有氯原子，当其排放到大气中并升入大气同温层后，在太阳光的强烈照射下会分离出氯离子，氯离子与臭氧层发生化学反应，从而导致大气臭氧层的破坏。大气臭氧层可以吸收太阳紫外线，若大量的紫外线直接照射到地球表面，将会使人类患皮肤癌的概率大大增加，同时对地球上其他生物的生长也会造成严重的危害。

自 1987 年保护臭氧层的蒙特利尔议定书签订以来，世界各国，特别是工业发达国家对制冷剂替代做了大量工作。近几年来，经过科研人员的不断探索和实验，一致公认制冷剂 R—134a 是汽车空调的首选替代工质。这主要是由于 R—134a 不含氯原子，对臭氧层无破坏作用，温室效应影响小，其热力学性质稳定并与 R—12 相近。表 1-2 为制冷剂 R—134a 与 R—12 的特性比较。

表 1-2 制冷剂 R—134a 与 R—12 特性比较

项目 \ 制冷剂	R—134a	R—12
化学式	$CH_2F\text{-}CF_3$	CCl_2F_2
相对分子质量	102.03	120.91
沸点/℃	-26.19	-29.79
临界温度/℃	101.14	111.80
临界压力/MPa	4.065	4.125
临界密度/(kg/m³)	511	558
饱和液体密度（25℃）/(kg/m³)	1206	1311

（续）

项目 \ 制冷剂	R—134a	R—12
饱和蒸气比体积（25℃）/(m^3/kg)	0.0310	0.0271
汽化热（0℃）/(kJ/kg)	197.5	151.4
燃烧性	不燃	不燃
ODP值（臭氧破坏潜能值）	0	1.0
GWP值（全球变暖潜能值）	0.11	1.0
与矿物油相溶性	不溶	相溶
在大气中存在时间/年	8～11	95～150

1. R—134a基本特性

1）R—134a无色、无臭、不燃烧、不爆炸，基本无毒性（长期影响还在试验之中），化学性质稳定。

2）不破坏大气臭氧层，在大气层停留寿命短，温室效应影响也很小。

3）粘度较低，流动阻力较小。

4）分子直径比R—12略小，易通过橡胶向外泄漏，也较易被分子筛吸收。

5）与矿物油不相溶，与氟橡胶不相容。

6）吸水性和水溶解性比R—12高。

7）汽化热高，比定压热容大，具有较好的制冷能力，但质量流量小，所以R—134a的制冷系数与R—12相当或较之略小。

8）饱和蒸气压与R—12接近，在18℃左右两者具有相同的饱和压力值。在低于18℃的温度范围内，R—134a的饱和压力略低于R—12；在高于18℃的温度范围内，R—134a的饱和压力高于R—12。

2. R—134a的传热性能及循环特性

试验表明，R—134a的传热性能优于R—12。在蒸发温度为5～15℃，冷凝温度为30～45℃，质量流量为125～400kg/s的范围内，水平圆管中R—134a的蒸发放热系数比R—12高25%～30%，冷凝时则高出30%～40%。

若将R—134a用于R—12换热器进行测试，则在相同冷量下，蒸发器传热系数比R—12高5%～15%，而对于相同热量情况下，冷凝器的传热系数比R—12高10%～20%。

根据制冷剂R—134a的特性值，我们比较了在理想循环时工质的性能，如表1-3所示，上述循环是假设压缩为等熵过程，膨胀节流为等焓过程，表中压缩功为压缩机进、出口之间的焓差，制冷量为蒸发器进、出口之间的焓差。

表1-3 R—134a与R—12制冷循环性能比较

项目 \ 制冷剂	R—12	R—134a		
制冷系数	3.8	3.2	3.6	3.8
蒸发温度/℃	0	0	0	0
冷凝温度/℃	60.0	60.0	55.9	53.4
过热度/℃	5.0	5.0	5.0	5.0
过冷度/℃	2.0	2.0	2.0	2.0
蒸发压力/MPa	0.31	0.29	0.29	0.29
冷凝压力/MPa	1.52	1.68	1.52	1.43

（续）

项目 \ 制冷剂	R—12	R—134a		
压缩机排气温度/℃	72.3	69.5	65.2	62.6
压缩功/(kJ/kg)	26.3	37.1	35.0	33.7
单位制冷量/(kJ/kg)	100.1	117.7	124.3	128.3
吸入气体比体积/(m^3/kg)	0.0568	0.0707	0.0707	0.0707
压缩机单位容积制冷量/(kJ/m^3)	1762.3	1664.8	1758.1	1814.7
压缩机容量比	1.0	1.058	1.002	0.97

由表1-3可知，R—134a在与R—12相同工况下制冷系数小于R—12，而在二者制冷系数相同时，R—134a的冷凝温度要降低约7℃。也就是说，要使冷凝温度降低约7℃，就要使冷凝器传热性能或传热面积增加36%，而增大冷凝器传热面积受到汽车安装空间的限制，因此只能从冷凝器的结构上进行改进，如采用新型平行流冷凝器。

3. R—134a与冷冻润滑油相溶性

由于R—134a与现有的冷冻润滑油不相溶，因此必须开发出与之相溶的新型冷冻润滑油。在R—134a分子中不含氯原子而含有两个氢原子，它与矿物油几乎不相溶，因而从制冷压缩机排出的冷冻润滑油将滞留在热交换器和配管中而不能回到压缩机中，压缩机润滑不良会造成压缩机轴承和其他摩擦副烧损。根据现有研究，可在R—134a汽车空调系统中使用的冷冻润滑油最有希望的是聚烃基乙二醇（PAG）和聚酯油（ESTER）。

4. R—134a与金属及橡胶相容性

实验表明，R—134a与钢和铝是相容的，而对铜则会产生镀铜现象。目前的汽车空调系统中，许多部位用铜做原材料，铜的导热性能比钢和铝好，但镀铜现象限制了这种材料的使用，因此R—134a汽车空调系统各部件应以钢、铝材料为主，如全铝蒸发器、全铝冷凝器等。

由于汽车空调振动性较大，其软管和接头都用橡胶材料，而现有的一些橡胶材料与R—134a不相容。经实验筛选，有三种橡胶与R—134a相容，它们是H—丁腈橡胶（HBR）、三聚乙丙橡胶（EPDM）和氯丁橡胶（GR）。

5. R—134a与干燥剂相容性

R—134a具有很强的吸水性，含水量大大超过空调制冷系统的承受能力，因此需要高效新型的干燥剂。目前可供选择的干燥剂主要是一些铝的硅酸盐，如4A—XH—5、4A—XH—6及4A—XH—7型，其中4A—XH—5型与R—134a不相容，因为R—134a的分子直径比R—12小，若使用4A型分子筛，R—134a分子比较容易被分子筛吸收，被吸收的R—134a分子会被4A型分子筛的化学组成成分催化分解，且由于R—134a与水的亲合力较大，吸水性强，脱水比R—12困难。分子筛吸水多了，机械强度就要变差，因此4A—XH—5型分子筛不宜作为R—134a的干燥剂，而两种新型分子筛XH—7和XH—9比较适合于R—134a。

6. R—134a对现存汽车空调系统影响

尽管R—134a的热力学性质与R—12相似，但由于两者之间存在一些差别，使之在用于专门为R—12设计的汽车空调系统时需作相应的改动，以达到或超过原R—12制冷系统的运行效果，并确定空调制冷系统的可靠性。根据R—134a的热力学性质可知，R—134a制冷系统运行压力高、制冷系数小，制冷性能不如R—12系统好，改进的措施如下：

1）增加压缩机容量，或提高压缩机转速。另外，还需要加大压缩机主轴、主轴承，加强缸壁刚性，改善内部润滑。进、排气阀应为不锈钢材料。

2）换热器采用新型高效的平流式冷凝器和层叠式蒸发器。实验表明，在相同制冷剂的情况下，平流式冷凝器制冷剂侧压降只有管带式的20%，而换热性能提高75%。

3）膨胀阀等部件也应随所用工质的不同而作相应的调整。

4.2　冷冻润滑油

4.2.1　冷冻润滑油的作用和对冷冻润滑油的要求

1. 冷冻润滑油的作用

空调压缩机使用的润滑油被称为冷冻润滑油或冷冻机油。它是一种在高、低温工况下均能正常工作的特殊润滑油，其作用如下：

1）润滑作用。它可以润滑压缩机轴承、活塞、活塞环、连杆曲轴等零部件表面，减少阻力和磨损，降低功耗，延长使用寿命。

2）冷却作用。它能及时带走运动表面摩擦产生的热量，防止压缩机温升过高或压缩机被烧坏。

3）密封作用。润滑油渗入各摩擦件密封面而形成油封，起到阻止制冷剂泄漏的作用。

4）降低压缩机噪声。润滑油不断冲洗摩擦表面，带走磨屑，可减少摩擦件的磨损。

2. 对冷冻润滑油的要求

冷冻润滑油在空调制冷系统中完全溶解于制冷剂中，并随制冷剂一起在制冷系统中循环，因此，冷冻润滑油的油温有时会超过120℃，而制冷剂的蒸发温度范围为－30～＋10℃，所以它的工作环境是在高温与低温交替的条件下进行的。为保证其正常工作，对冷冻润滑油提出了以下性能要求。

1）冷冻润滑油的凝固点要低，在低温下具有良好的流动性。若低温流动性差，则冷冻润滑油会沉积在蒸发器内影响制冷能力，或凝结在压缩机底部，失去润滑作用而损坏运动部件。

2）冷冻润滑油应具有一定的粘度，且受温度的影响要小。温度升高或降低时，其粘度值随之变小或增大。与冷冻润滑油完全互溶的制冷剂会使冷冻润滑油变稀，如R—12与冷冻润滑油相互溶解，使冷冻润滑油变稀，因此R—12应选用粘度较高的冷冻润滑油，但粘度也不宜过高，否则，压缩机起动时会产生更多的泡沫。另外，冷冻润滑油的粘度越大，压缩机克服阻力而消耗的功增多，需要的起动力矩增大，压缩机起动越困难；粘度过小，则使压缩机轴承不能建立起所需要的油膜。所以，冷冻润滑油的粘度要选得适当。

3）冷冻润滑油与制冷剂的溶解性能要好。在汽车空调制冷系统中，制冷剂与冷冻润滑油是混合在一起的。当制冷剂流动时，润滑油也随之流动，这就要求制冷剂与润滑油能够互溶。若二者不互溶，润滑油就会聚集在冷凝器和蒸发器的底部，阻碍制冷剂流动，降低换热能力。由于润滑油不能随制冷剂返回压缩机，压缩机将会因缺油而加剧磨损。

4）冷冻润滑油的闪点温度要高，具有较高的热稳定性，即在高温下不氧化、不分解、不结胶、不积炭。

5）冷冻润滑油的挥发性要差。在制冷系统中不应有结晶状的石蜡析出，以保持良好的

低温流动性。

6）冷冻润滑油的化学性质要稳定。与制冷剂和其他材料不起化学反应。

7）冷冻润滑油应无水分。若润滑油中的水分过多，则会在膨胀阀节流口处结冰，造成冰堵，影响系统制冷剂的流动；同时，油中的水分会造成镀铜现象及某些材料的腐蚀、变质。

4.2.2 冷冻润滑油性能指标

冷冻润滑油的性能指标主要有粘度、凝固点、闪点、燃点、浊点、水分、酸碱性、机械杂质等。

1. 粘度

制冷压缩机用的冷冻润滑油的粘度用来衡量润滑油的粘性大小。温度上升时其粘度减小，温度下降时其粘度增大，因此表示润滑油的粘度时，应同时指出其温度值。

粘度的大小可用各种粘度单位来表示，如动力粘度、运动粘度、相对粘度、雷氏粘度和塞氏粘度。冷冻润滑油常用运动粘度来表示，它表示润滑油在重力作用下流动时内摩擦力的度量。

2. 凝固点

冷冻润滑油在温度降低时，随着粘度的增大，流动性会变差，当冷却到一定温度时便停止流动，此时的温度称为冷冻润滑油的凝固点。凝固点比浊点要低。

3. 闪点

将润滑油加热，直至所产生的油蒸气与火焰接触时能发生闪火，此时的温度称为润滑油的闪点。

润滑油的闪点必须比排气温度高 15～30℃，以免引起润滑油的燃烧和结炭，通常要求冷冻润滑油闪点在 160℃以上。

4. 燃点

润滑油的燃点比闪点高，当测得润滑油的闪点后，若还需测定其燃点，则应对油继续加热，直至所产生的蒸气能被接触的火焰点着，并燃烧不少于 5s 时的最低温度，称为该冷冻润滑油的燃点。

5. 浊点

当润滑油温度降到一定值时，油中开始析出小块石蜡，并出现絮状物，这时的温度称为润滑油的浊点。

由于油中析出固体石蜡，使冷冻润滑油变得浑浊，并堵塞过滤器，引起制冷机不正常工作。冷冻润滑油的浊点，应低于制冷剂的蒸发温度，否则有石蜡析出时，会出现石蜡积存在膨胀阀节流孔处造成堵塞现象，或积存在蒸发器表面而影响传热。

6. 酸值

它是指中和 1g 油中的酸性物质所需的氢氧化钾的毫克数，用［mg(KOH)/g（油）］来表示。

7. 抗氧化性

表示润滑油有良好的抗氧化性和化学稳定性，它的酸性和碱性也很小。

8. 水分

润滑油中不允许含有水分。其可用测定微量水分方法来测定。

9. 机械杂质

润滑油中不允许含有机械杂质。新油中是无机械杂质的。来自系统内的脏物在油内形成的机械杂质，将会引起油路堵塞，加速运动部件的磨损。

10. 灰分

它是指在规定条件下，油品被炭化后的残留物经燃烧所得的无机物，用质量分数表示。

4.2.3 冷冻润滑油的种类和汽车空调用冷冻润滑油的选择

1. 冷冻润滑油的种类

我国冷冻润滑油的牌号有四个，即 13 号、18 号、25 号和 30 号。牌号越大，其粘度也越大。它们的性能如表 1-4 所示。

表 1-4 国产冷冻润滑油性能指标

性能指标 \ 牌号	13	18	25	30
运动粘度（50℃）/($\times 10^{-6}m^2/s$)	11.5～14.5	>18	>25.4	<30
凝固点/℃	< -40	< -40	< -40	< -40
闪点/℃	<160	<160	<170	<180
酸值/[mg(KOH)/g(油)]	<0.14	<0.03	<0.02	<0.01
灰分（质量分数）(%)	<0.012		<0.007	
机械杂质含量（质量分数）(%)	无	无	<0.007	无
水分（质量分数）(%)	无	无	无	无

进口的润滑油一般有 SUNISO 3GS～SUNISO 5GS 牌号的润滑油，其性能如表 1-5 所示。

表 1-5 进口 SUNISO 冷冻润滑油性能指标

性能指标 \ 牌号	SUNISO 3GS	SUNISO 4GS	SUNISO 5GS
粘度（SUN/37.8℃）	150～160	280～300	510～520
粘度（SUN/98.9℃）	40～42	44～47	51～54
引火点/℃	172	181	196
发火点/℃	188	200	
流动点/℃	-45	-37.8	-30
絮状凝固点/℃	-56.7	-51.1	-45.6
相对密度（15℃/4℃）	0.9155	0.9213	0.9278
硫含量（质量分数）(%)	0.05	0.06	0.07
水分（质量分数）(%)	0.002 以下	0.002 以下	0.002 以下
绝缘电压/kV	45	45	45

2. 汽车空调用冷冻润滑油的选择

冷冻润滑油的选择原则是，要充分考虑空调压缩机内部润滑油的工作状态，如吸气、排气温度等。根据冷冻润滑油的特性，在实际选用时，应以低温性能为主来选择，但也要适当考虑对热稳定性能的影响。

汽车空调制冷系统一般选择国产的 18 号、25 号冷冻润滑油，或进口的 SUNISO 5GS 润滑油。

4.2.4　冷冻润滑油的使用注意事项和质量检查

1. 冷冻润滑油的使用注意事项

1）冷冻润滑油易吸水，加注后应马上将盖拧紧。

2）不能使用变质浑浊的冷冻润滑油，否则会影响压缩机的正常运转。

3）不允许向系统添加过量的冷冻润滑油，否则会影响汽车空调制冷系统的制冷量。

4）不同牌号的冷冻润滑油不能混用，否则会变质。

5）在排放制冷剂时要缓慢进行，以免冷冻润滑油和制冷剂一起喷出。

6）更换制冷系统部件时，应适当补充一定量的润滑油，表1-6为更换轿车空调制冷系统部件需补加的冷冻润滑油量。

表1-6　轿车空调更换部件时需补加的冷冻润滑油量

更换部件名称	需补加冷冻润滑油量/mL	
压缩机	按换下旧压缩机倒出油量再加上30mL	
蒸发器	40～60	
储液干燥器	10～30	
冷凝器	无渗漏油迹	10～30
	有渗漏油迹	40～60
软管	无渗漏油迹	可不加量
	有渗漏油迹	60
系统漏气	无渗漏油迹	可不加量
	有渗漏油迹	60
更换全系统管部件		120～150

7）在加注制冷剂时，应先加润滑油，然后再加注制冷剂。

2. 冷冻润滑油质量检查

冷冻润滑油的质量，可以通过化学分析和物理分析，判断出质量好坏。在使用过程中，还可从外观的颜色、气味直观地判断出质量好坏。常用的方法有对比法和滴纸法。

1）对比法。取干净标准的冷冻润滑油放入一试管内作为标准油，再把待查的油取出也放入同样大小的试管内进行比较，若被检查的油的颜色为浅黄色或桔黄色，则还可使用；若已变为红褐色的混浊液，就不能再使用。

2）滴纸法。将待查的冷冻润滑油取出一滴，滴在一张干净的白纸上，片刻后观察油滴的颜色，若其颜色很浅，且分布均匀，就表明油内无杂质，可以使用。

这两种方法可以观察到冷冻润滑油中是否混入了较多的水分和杂质，但不能确切地掌握润滑油变质的程度和原因。因此，要准确判断润滑油的质量，必须对它进行定性和定量分析，定期抽样，进行化验分析。

4.2.5　与R—134a相容的冷冻润滑油

制冷剂R—12、R—22都以矿物油作为润滑剂，但矿物油与R—134a不相容，目前能与R—134a相容的冷冻润滑油只有聚烃基乙二醇（PAG）和聚脂油（ESTER）两类。

1. 聚烃基乙二醇（PAG）润滑油

PAG 润滑油与 R—134a 不能完全互溶，低粘度时互溶性较好，高粘度时互溶性降低。PAG 在高温的情况下可分解成水、酸、一氧化碳和二氧化碳，有可能造成压缩机镀铜现象。PAG 与矿物油、R—12、R—22 不相容，若原系统内存在有少量该物质时，将使 PAG 润滑性能降低。PAG 与有些弹性材料不相容，吸水性也很强，其饱和吸水量可超过 10%。

PAG 润滑油主要用在 R—134a 制冷剂的初期。由于 PAG 的一些不利性能，实际应用的 PAG 油都经过了改性处理。

2. 聚酯类润滑油（ESTER）

聚酯类润滑油是一种合成多元酸酯，由多元醇酯基础油和添加剂配制而成。其主要成分是季戊四醇、三甲基丙酮和各种直链或支链型酯酸。

聚酯油与 R—134a 互溶性好，与 R—12、R—22 等制冷剂也互溶，不会出现低温沉积现象。其吸水性比矿物油强，但水分与油是牢固结合的，在膨胀阀处不会结冰。原系统内残留的矿物油等物质对其性能影响不明显。由于在聚酯油中加了添加剂，故其耐磨性能良好。它与聚丁腈橡胶、氯丁橡胶等弹性材料相容性较好，与绝缘材料也有比较好的相容性。

表 1-7、表 1-8 为 PAG 油与 ESTER 油性能比较，从表中可以看出，ESTER 油与 R—134a 的相容性比 PAG 油与 R—134a 的相容性好。

表 1-7　PAG 油与 ESTER 油性质比较

性能 \ 润滑油		PAG 油	ESTER 油	矿物油
互溶性	与 R—134a	较好	很好	不溶
	与 R—12	不溶	很好	很好
	与矿物油	不兼容	少量兼容	很好
热稳定性		差		好
吸湿性		差	较差	较好
润滑性		差	较好	较好
与弹性材料相容性		差	差	较好
抗镀铜能力		差	较好	好
电绝缘性		差	较好	好

表 1-8　用于 R—134a 汽车空调的冷冻润滑油的特性比较

项目 \ 冷冻润滑油		PAG 油	ESTER 油
粘度/($10^{-6}m^2/s$)	40℃	56.1	96.8
	100℃	10.8	10.3
粘度指数		187	95
两相分离时温度/℃（油/R—134a = 2/8）	高温	46	80 以上
	低温	50 以下	−23
饱和含水量（质量分数）(25℃)(%)		2.6	0.15

5　一般汽车空调系统的结构组成

完善的汽车空调系统一般由制冷系统、采暖系统、送风系统、电气控制系统四大部分组成。严格说来，还应包括空气净化系统。高级轿车装备有炭罐、空气滤清器和静电除尘式净化器等一套较完整的空气净化系统，但在普通型轿车中，空气净化的任务则由蒸发器直接完成。

1. 制冷系统

制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、冷凝器散热风扇、制冷管道、制冷剂等组成，如图 1-2 所示。

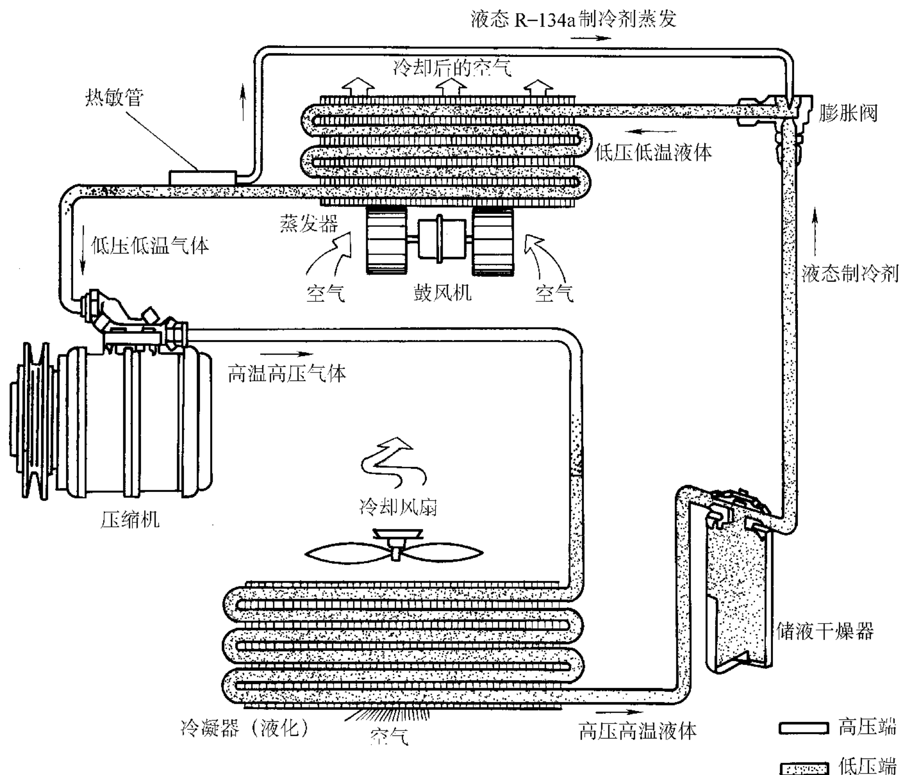


图 1-2　制冷系统结构

2. 采暖系统

采暖系统是由加热器、水阀、水管、发动机冷却液等组成，如图 1-3 所示。

3. 送风系统

送风系统是由进气模式风门、鼓风机（又称送风机）、混合气模式风门、气流模式风门、导风管等组成。汽车室内或室外未经调节的空气，经鼓风机作用送至蒸发器或暖风芯处，此时已被调节成冷空气或暖空气的空气流，根据风门模式伺服电动机开启角度而流向相应的出风口，如图 1-4 所示。

4. 控制电路

控制电路包括点火开关、A/C 开关、电磁离合器、鼓风机开关及调速电阻器、各种温度传感器、制冷剂高低压力开关、温度控制器、送风模式控制装置、各种继电器。近几年来不少高级轿车上普遍采用了电脑自动控制，大幅度降低了人工调节的麻烦，提高了空调经济性和空调效果。

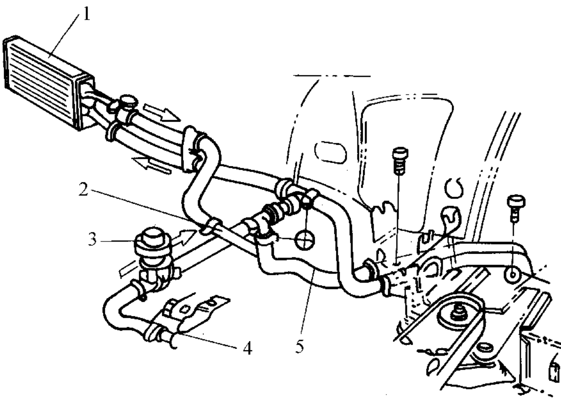


图 1-3　采暖系统供水管路

1—加热器　2—发动机进水管

3—水阀　4—发动机出水管　5—预热管

目前轿车的空调压缩机都以汽车发动机作为动力源，压缩机的开停以电磁离合器动作决定，而电磁离合器的工作时机是以各种温度、压力、转速等信号为主要参考数据来决定的。为避免蒸发器表面温度过低，造成表面结霜，影响制冷效果，所以设有温度控制器（恒温器），用蒸发器表面温度作为控制信号，控制电磁离合器的动作。若压缩机温度过高，会造成高压部分因压力异常升高而损坏，所以设有过热开关或高压压力开关。如果系统制冷剂缺乏，则可能冷冻润滑油也缺乏，压缩机若在这种干摩擦情况下运转，容易损坏，因此系统必须设有低压压力开关，当系统压力过低时会自动切断压缩机的工作电源。

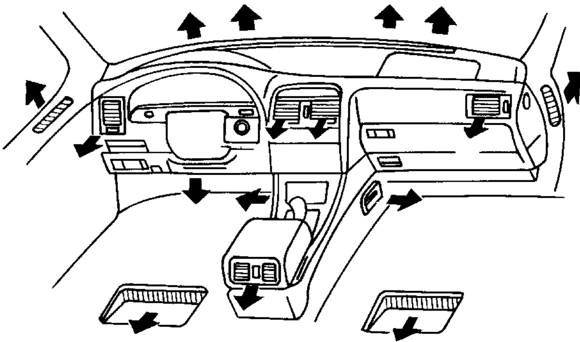


图 1-4　送风系统风门布置图

对于设有电脑控制的空调系统，其压缩机的开停（或水阀的开启度）可满足空调系统处于最经济状态和所要求的各种冷暖状态。

为了解决汽车怠速、加速等运行工况时的动力匹配及散热器冷却问题，以往常常采用中止压缩机运行的办法，近来比较多地采用提高怠速转速的办法。

6　自动汽车空调系统的结构组成

6.1　自动汽车空调简介

手动控制空调系统，它只是按驾驶人所设定的鼓风机送出的空气温度和鼓风机转速不断运作。具体地讲，就是鼓风机的转速是以鼓风机控制开关设定的转速档位运转，它的转速是恒定不变的，而压缩机的通与断的动作变化，只按驾驶人所设定的温度来决定。它不能依据车内温度、车外环境温度的变化，而对冷气的负荷作出任何的修正动作。送风系统各个风门位置的变化也是直接由拉索将气流模式开关与风门刚性连接完成的。像太阳辐射、发动机热

量、排气管热量、乘客所产生的热量等这些因素，会随时间推移使车内温度发生变化。所以，在必要时，必须重新调整这种空调器的鼓风机所送出的空气温度、鼓风机转速，或同时重新调整二者。

为了免去这类手动调节的麻烦，减轻驾驶人的疲劳，汽车工程师们又研制出了自动控制空调器。

自动空调器检测车内温度和车外温度、太阳辐射等，根据驾驶人所设定的温度，自动调节鼓风机所送出的空气温度和鼓风机转速，从而将车内温度保持在设定温度范围内。有些高级轿车的自动空调器除了温度控制和鼓风机转速控制外，还能进行进气控制、气流方式控制（出气控制）和压缩机控制，如图 1-5 所示。

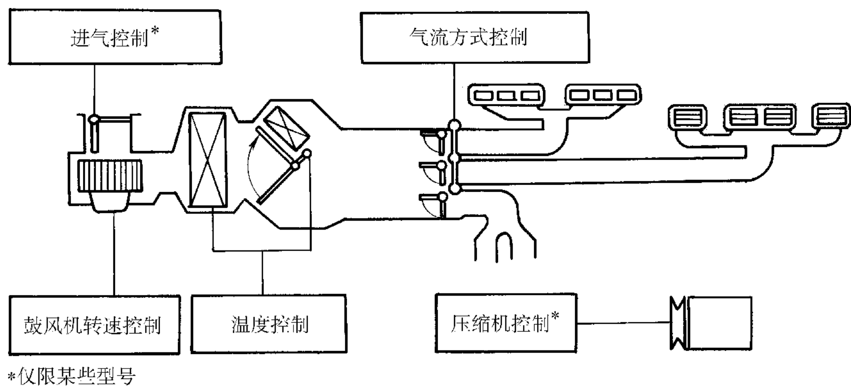


图 1-5 空调自动控制系统

自动控制空调器是在传统的手动控制空调器的基础上，加装了一系列检测车内、车外和导风管空气温度变化以及太阳辐射的传感器；改良执行器的结构和控制，设计了智慧型的空调控制器。控制器能根据各传感器所检测的各温度系数（传感器将电阻的变化输入至控制器），经内部电路处理后，单独或集中对执行器的动作进行控制。同时，自动空调还具备完善的自我检测诊断功能。在自动空调系统中所使用的温度传感器均采用负温度系数的热敏电阻，其特性如图1-6所示。热敏电阻阻值的变化是随着温度的升高而减小，反之，则电阻变大。

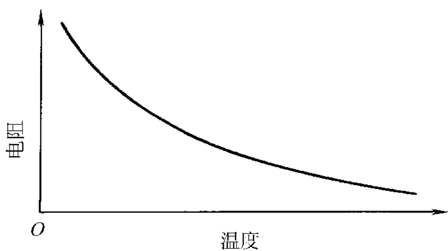


图 1-6 温度传感器特性

6.2 结构组成

6.2.1 传感器

1. 车内气温传感器（车内温度传感器、室温传感器）

车内气温传感器吸入车内空气，以确定乘客室的平均气温。以前多采用电动型车内气温传感器（采用电动机吸入空气），现在则普遍采用气流通过暖气装置的吸气器型，如图 1-7 所示。

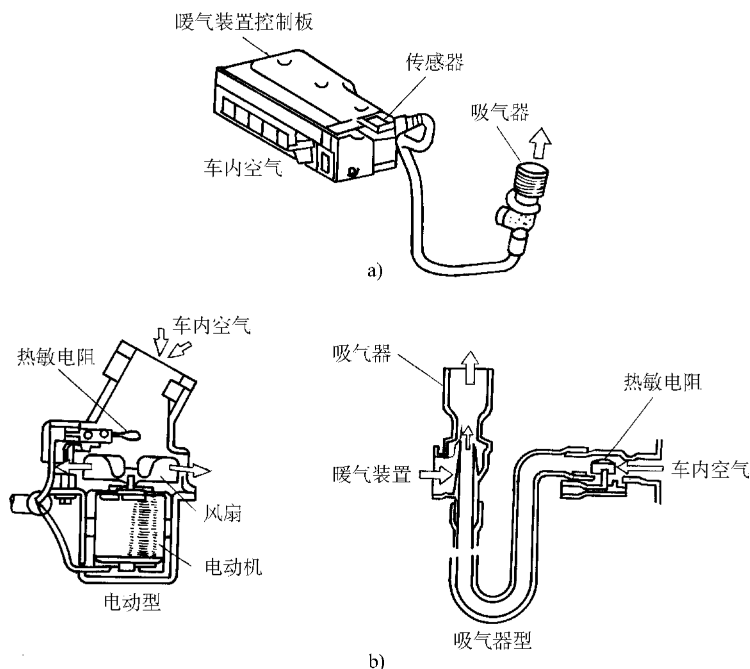


图 1-7　车内气温传感器

a）外形　b）结构

2. 车外气温传感器（车外温度传感器、大气温度传感器、环境温度传感器）

组成结构如图 1-8 所示，车外气温传感器包在一个树脂壳内，以免对温度的突然变化作出反应。这将使其能准确地检测到车外的平均气温。

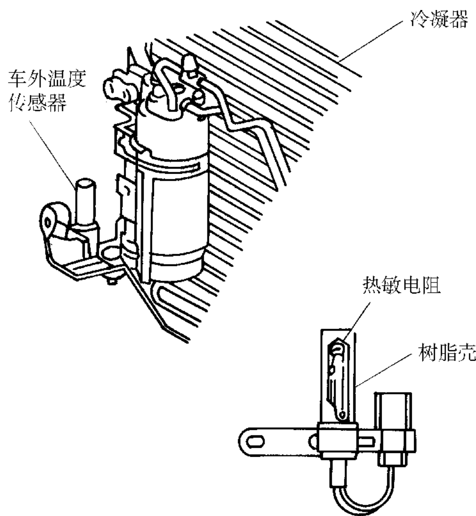


图 1-8　车外气温传感器

3. 阳光辐射传感器

阳光辐射传感器如图 1-9 所示，它能检测太阳辐射的变化。

4. 蒸发器温度传感器

蒸发器温度传感器检测通过蒸发器的空气的温度，如图 1-10 所示。有些自动空调器没有蒸发器传感器。在采用热敏电阻型除霜设备的空调器中，蒸发器有两个热敏电阻，一个用于除霜设备，一个用作蒸发器温度传感器。

5. 冷却液温度传感器

冷却液温度传感器检测发动机冷却液的温度，如图 1-11 所示。有些自动空调器不接收冷却液温度传感器信号。

6.2.2　控制器

控制器分为两种类型：一种采用 IC（集成电路），一种采用微电脑。这些控制器称为

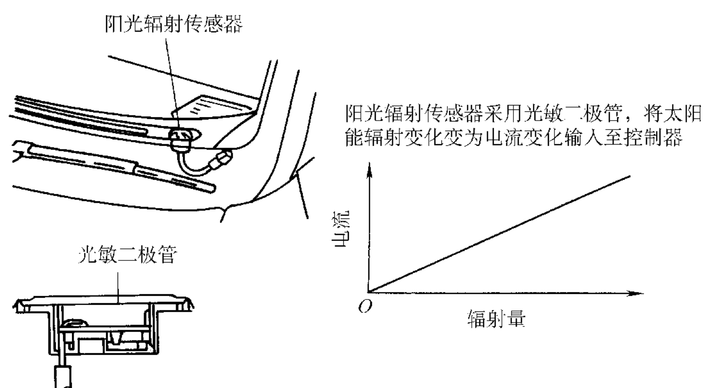


图 1-9　阳光辐射传感器

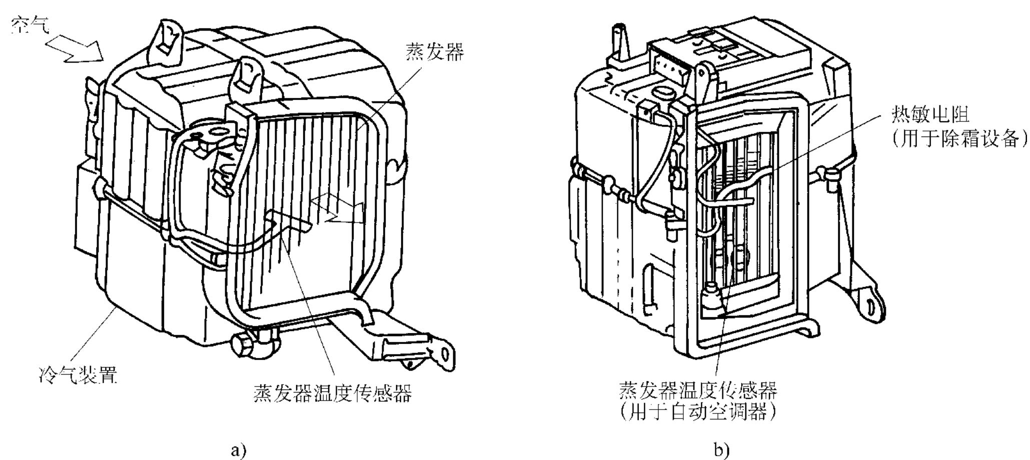


图 1-10　蒸发器温度传感器

a）普通型　b）带除霜电阻型

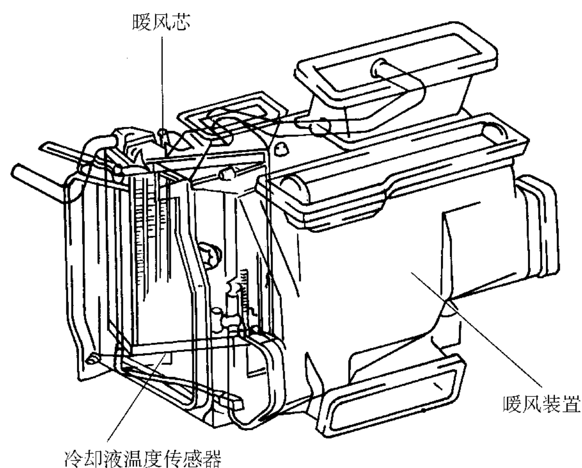


图 1-11　冷却液温度传感器

“系统放大器”“自动空调器放大器”或“空调器 ECU（电子控制单元)”。

采用 IC 放大器控制的自动空调器，称为“放大器控制型自动空调器”；而采用微电脑的放大器或空调器 ECU 控制的，则称为“微电脑控制型自动空调器”，如图 1-12 所示。

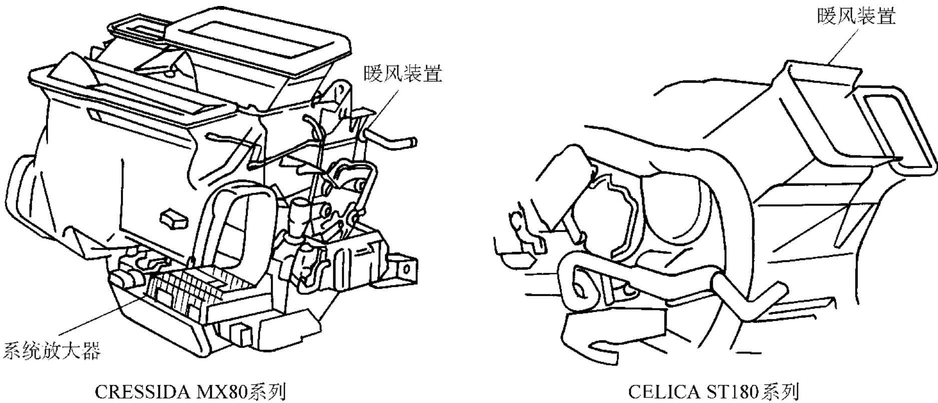


图 1-12　微电脑控制型自动空调器

6.2.3　执行器

执行器包括鼓风机电动机、压缩机、风门伺服电动机等元器件，如图 1-13 所示。

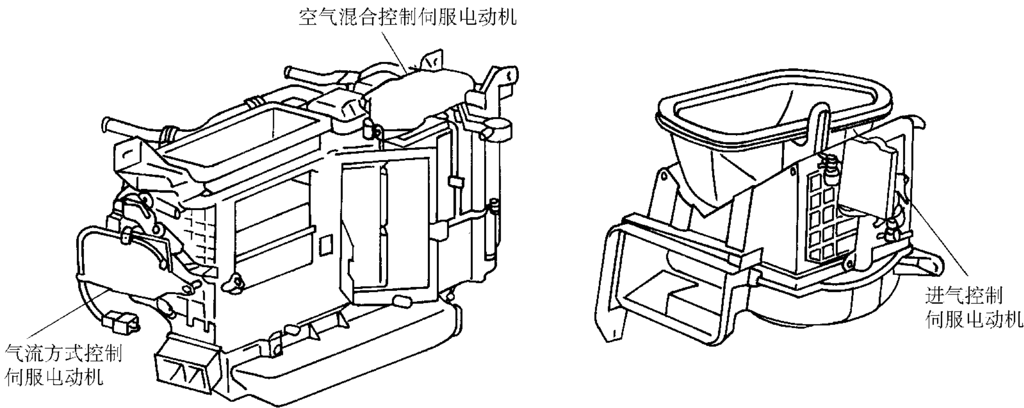


图 1-13　执行器

第 2 章　汽车空调本体结构原理

1　概述

1.1　汽车空调本体结构

尽管汽车空调系统多种多样，但其基本结构相差不大。一般单冷式空调系统由下面几部分组成：压缩机、冷凝器、干燥过滤器、膨胀阀、蒸发器、送风机等部分（图 2-1）。

它的工作原理如下：压缩机运转时，将蒸发器内产生的低温低压制冷剂蒸气吸入并压缩后，在高温高压（约 70℃，1471kPa）的状况下排出。这些气态制冷剂流入冷凝器，并在此受到散热器和冷却风扇的作用强制冷却到 50℃左右。这时，制冷剂由气态变成液态。被液化了的制冷剂，进入储液干燥器，除去水分和杂质后，流入膨胀阀。高压的液态制冷剂从膨胀阀的小孔流出，变为低压雾状后流入蒸发器。雾状制冷剂在蒸发器内吸热汽化变成气态制冷剂，从而使蒸发器表面温度下降。从送风机进来的空气，不断流过蒸发器表面，被冷却后送进车厢内，使车厢内降温。气态制冷剂通过蒸发器后又重新被压缩机吸入，这样反复循环即可达到制冷的目的。

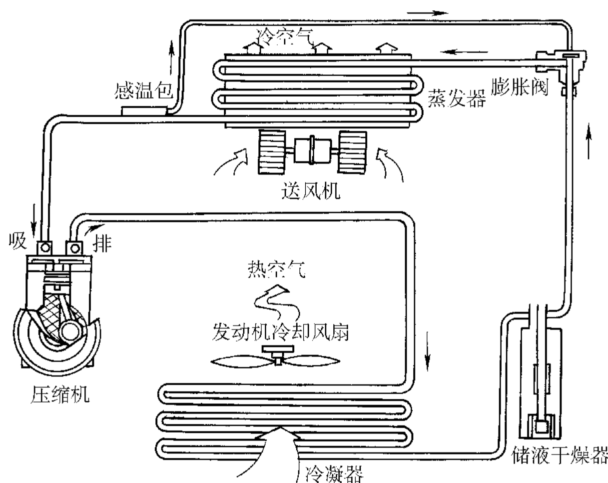


图 2-1　单冷式制冷系统工作原理示意图

1.2　汽车空调本体对配置制冷压缩机的要求

汽车空调制冷压缩机主要采用容积式压缩机。汽车空调压缩机的动力，大部分来自汽车发动机。因此根据汽车本身的特点，对应用的压缩机提出如下的特殊要求。

1）汽车低速行驶时，应具有较强的制冷能力；在高速时，有较低的功率消耗。所以在汽车的不同工况下，对压缩机的性能要求是矛盾的。其目的是同时满足汽车空调低速时的舒适性和汽车高速时的动力性要求。

2）体积小，重量轻。目的是减轻汽车自重，提高汽车的动力性和经济性。

3）经久耐用、耐寒、耐高温、易损零件少。因为汽车是在恶劣环境下运行的机器，且压缩机又靠近发动机，因此有上述要求。

4）工作稳定、噪声小。即要求压缩机起动转矩小，不破坏发动机的稳定工况。压缩机本身的振动小，噪声小。

5）制造容易，价格低廉。

2　汽车空调压缩机应用概况

目前正式应用在汽车空调上的压缩机不少于 30 种，按其运动形式和主要零件形状，压缩机分类如图 2-2 所示。

汽车空调制冷压缩机的结构、性能、特点及应用情况如下。

1）曲轴连杆式压缩机是使用时间最早、最长的第一代产品，目前仍然应用在家用制冷装置和空调器上。中型曲轴连杆式压缩机仍在公共汽车和旅游客车上大量应用。

2）摆盘式和斜盘式活塞压缩机是第二代产品。它的优点是没有连杆，主轴上惯性较小，结构紧凑。从 1953 年至今，汽车空调应用中仍以它为主。

3）径向活塞式压缩机虽然 20 世纪 70 年代便已问世，但它在应用过程中，遇到了回转式压缩机的竞争，所以这种压缩机至今没有得到应有的重视。

以上这几种压缩机均属于往复活塞式压缩机。往复活塞式压缩机共同的特点是活塞做往复运动。所以，运动惯性力大，转速的提高受到了限制。这样在相同体积下与其他制冷机比较，其制冷量小，振动大，容积效率较低。特别是惯性力对转速的限制，是它们可能被旋转式压缩机所取代的根本原因。

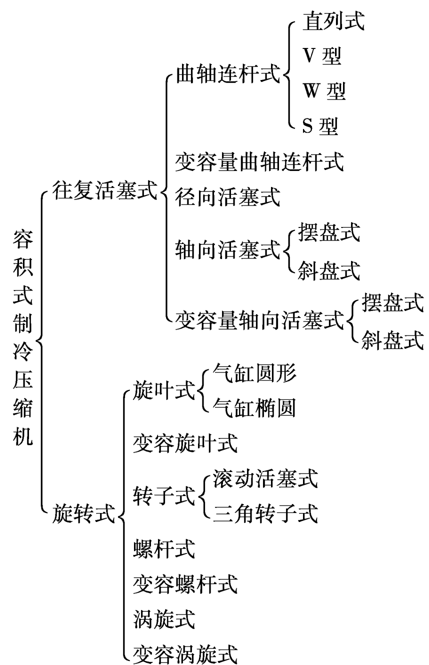


图 2-2　汽车空调压缩机分类

4）旋叶式、滚动活塞式、三角转子式和螺杆式压缩机可以称为第三代产品。它们的共同特点是容积系数较高，都需要大量的粘度较高的冷冻润滑油来润滑和密封，所以润滑系统较复杂。

5）涡旋式压缩机为第四代。它的特点是基本具备了汽车对空调压缩机提出的要求和特性，是一种最有前途的压缩机。目前应用在轿车上的一些型号已全面地显示了它的优越性，但其在大型客车上的应用还有一段距离。

目前，大型汽车上的空调压缩机仍然采用曲轴连杆式。这是因为它可以按照需要的制冷量，配置多缸制冷压缩机，既便于生产，又便于维修。它的低速性能亦比其他压缩机好，所以特别适用于在大制冷量需求的汽车空调上采用。

旋叶式压缩机的结构很理想，但它的旋叶片是滑移式的，所以磨损严重，寿命短，维修

量大。另外由于转子旋转到气缸空间容积最大处时，叶片由于摩擦力和伸长量大，导致叶片振动，产生泄漏振纹以致折断。因此它的速度、排气压力受到限制，制冷量亦较低。所以还需进一步改进，才能得到广泛应用。

滚动活塞式压缩机具有很多优点。它完全克服了旋叶式的上述缺点，制造工艺亦较简单，滚动活塞式压缩机的最大缺点是：容积效率、制冷系数都会随着转速的增加而下降。这样压缩机在高速时，制冷效果不佳，能耗也增加。这点在汽车空调上显然不适合，对它进行改进很有必要。

三角转子压缩机由于有汪克尔式发动机几十年的研制经验，采用合理的密封结构，使气体的泄漏量大大减少，从而使它在低转速下仍有较高的制冷能力和容积效率。由于它允许采用较高的压缩比，所以制冷能力强，应该说这种压缩机在汽车空调上是有广阔前景的。但在高速运转情况下出现的系统润滑困难和磨损较大，以及相应的压缩机离合器的离合振动问题都还有待解决。

螺杆式压缩机的最大特点是工作可靠性最高，寿命最长。适合于应用在汽车空调上。但是在同样的制冷量情况下，它的重量最大，是绝热效率最低的压缩机。因为它依靠两个螺杆啮合的空间来吸气，由于啮合空间小，所以排气量亦小，单位重量的制冷量就小。螺杆式压缩机还需要大量润滑油来润滑和密封螺杆的啮合面，带走大量热量。所以绝热效率最低，能量利用率低，即制冷系数比较低。吸气压力变化引起的附加功耗以及低速性能差也是它的致命弱点。所以螺杆式压缩机目前主要应用在大型客车的独立式空调系统上。

涡旋式压缩机性能优良，工作可靠，体积小，重量轻，适合于各种档次的轿车上，但应用在大型客车上，还有许多技术难题有待解决。

为了保护地球的有限资源，减少环境污染，各国对汽车的每 100km 耗油量都做出严格的限制。加装空调后，汽车油耗增加 7% ~10%。因此，节能型汽车空调压缩机是今后的发展方向。很显然，在高速下调节压缩机的制冷输出量，降低发动机的能量消耗，保证汽车具有优良的动力性和车内的舒适性，以及降低油耗是当今各类型压缩机开发研制的方向。

变容量压缩机便是根据上述要求提出来的。它可以根据发动机的转速、车内的温度、自动地调节压缩机输出的制冷量，达到压缩机能量的输出与车内热负荷的完美匹配，从而进一步提高汽车的舒适性和降低汽车的燃油消耗。

各类型压缩机都可根据自身的结构特点，通过简单的方法，达到变容量调节。曲轴连杆式、斜盘式、滚动活塞式等压缩机的能量调节都是突变性的、分级的，这无疑不利于车内空调环境的稳定，对发动机的稳定工况亦有不利影响。节能效果也不太明显。

摆盘式、螺杆式、涡旋式三种压缩机，输出的能量控制是无级变化的。它能根据发动机的转速、车内温度，自动地调节压缩机的制冷量。压缩机的无级变化的能量控制节能效果十分显著，且能大大提高车内空调的舒适性，是车用制冷压缩机的发展方向。

3 汽车空调制冷压缩机结构原理

3.1 活塞式压缩机结构原理

活塞式压缩机是目前应用最广泛的压缩机，约占整个汽车空调压缩机市场的 80%。其

中曲轴连杆式压缩机基本用于大型公共汽车和旅游客车。斜盘式或摆盘式压缩机则绝大部分应用于轿车和中小型客车。

3.1.1　曲轴连杆式压缩机

1. 工作原理

曲轴连杆式压缩机对制冷剂蒸气的压缩，是通过活塞在气缸内往复运动来完成的（图 2-3）。它的动力是通过带轮从发动机输入的。压缩机的工作过程由压缩、排气、膨胀，进气等四个过程组成。

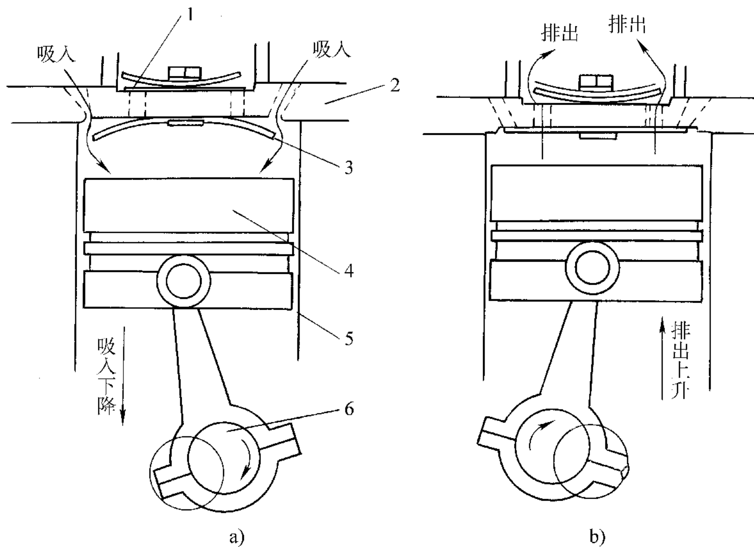


图 2-3　曲轴连杆式压缩机工作原理

a）进气过程　b）排气过程

1—排气阀片　2—阀板　3—进气阀片　4—活塞　5—气缸　6—曲轴连杆

1）压缩过程：进气过程结束后，活塞在曲轴连杆的带动下，开始向上运动。此时进气阀片和排气阀片都关闭。随着气缸容积不断减小，蒸气压力不断升高，温度也不断增加，当气缸内压力略超过排气阀片的弹性力时，它便打开，开始排气过程。

2）排气过程：排气阀打开后，被压缩的气体不断排出，虽然活塞仍不断向上运动，但气缸内的蒸气压力已不再升高。直到曲轴连杆活塞运动到上止点为止，排气过程结束。

3）膨胀过程：由于进气阀结构和制造安装工艺等原因，在压缩机活塞的顶部和阀板间存在一间隙，该容积称为余隙容积。由于它的存在，排气过程结束时，仍然有一定数量的高压蒸气残留在余隙里。当活塞开始从上止点下移时，余隙内的高压蒸气首先膨胀，排气阀片在排气腔内压力作用下关闭。活塞继续下行，余隙内蒸气不断膨胀，直至压力略低于进气腔内压力时，进气阀片打开，开始进气。

4）进气过程：当余隙容积内的剩余气体膨胀，压力略低于进气腔内压力时，进气阀片打开，蒸气被吸入气缸内，随着活塞的下移，气缸容积不断扩大，低压蒸气不断被吸入。由于进气惯性和阀片弹性的惰性，活塞下移到下止点并往上移动的一段时间后，进气阀片方关闭，停止进气。这样压缩机便进入下一个循环。压缩机便是这样周而复始地重复着上述循环

过程，把低压制冷剂蒸气变成高压蒸气。

2. 布置和结构

曲轴连杆式压缩机按气缸的布置形式可分为图 2-4 所示的直列式，V 型、W 型和 S 型。它们的共同特点是气缸轴线垂直于曲轴。双缸压缩机以直列式最为常见。V 型压缩机的两列气缸中心与曲轴垂直，其结构比直列式紧凑，刚度大，轴向尺寸小。W 型六缸压缩机的轴线是在与曲轴垂直的截面上气缸布置成 W 形。它在一个连杆头上连接三个连杆，三个气缸轴线为 60°相交。这类压缩机以双列并排六缸布置最合理，平衡性好，运转平稳，中型制冷压缩机多采用该种布置形式。还有一种压缩机呈扇形结构，一个截面有四个气缸，因像字母

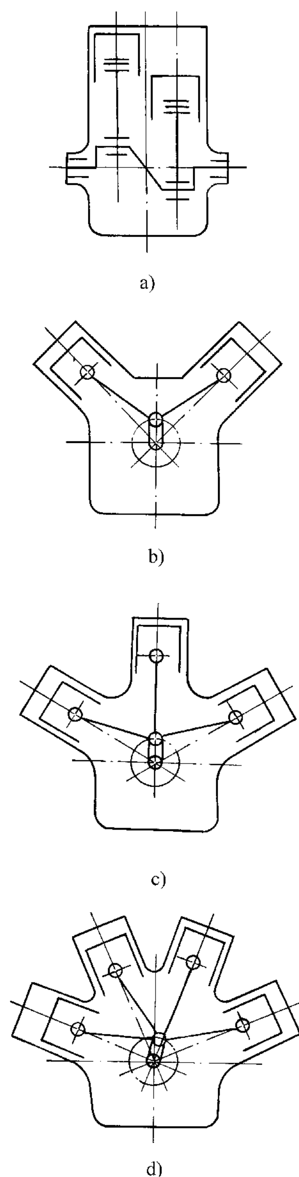


图 2-4 气缸的布置形式

a）直列式 b）V 型 c）W 型 d）S 型

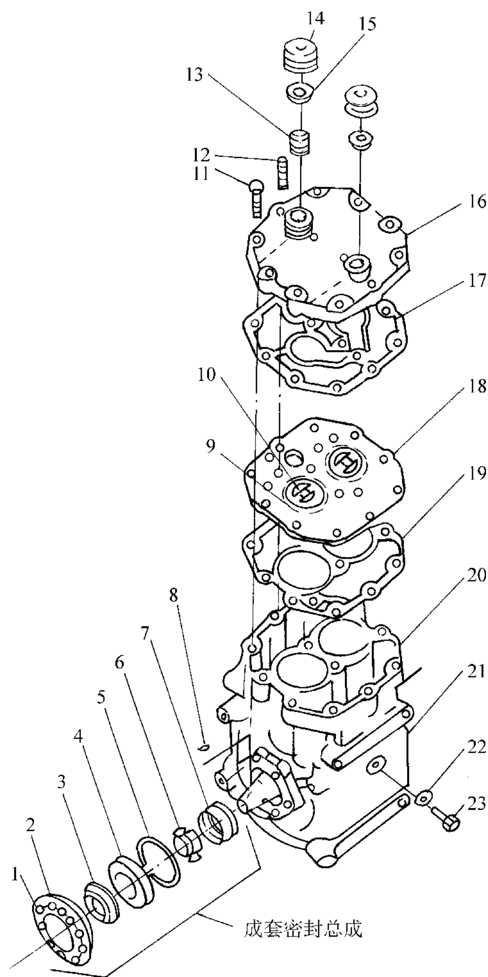


图 2-5 双缸曲轴连杆式压缩机零件分解图

1、12—螺栓 2—密封盘挡板 3—护圈 4—密封盘
5—O 形密封圈 6—密封炭环 7—炭环密封圈 8—半圆键
9—进气孔 10—排气阀片 11—缸盖螺栓 13—进气口滤网
14—保护盖（装运和储藏时使用） 15—堵塞 16—气缸盖
17—缸盖垫 18—阀板总成 19—阀板垫片 20—铭牌
21—曲轴箱 22—垫圈 23—加油塞

S 的形状，所以又称 S 型布置。它的气缸轴线彼此呈 45°角相交。这种压缩机一般用于大型制冷机，汽车空调上用得不多。

图 2-5 是双缸曲轴连杆式压缩机的零件分解图，主要零件有连杆、曲轴、活塞、缸体。缸盖、曲轴箱，进、排气机构中有阀板、阀片。阀板上开有进排气孔，气缸盖和缸垫将进气、排气腔分隔为两部分。其中进气阀片控制着进气孔，排气阀片控制着排气孔。进、排气阀片二者皆为弹簧钢制造，具有很好的弹性和耐疲劳强度。

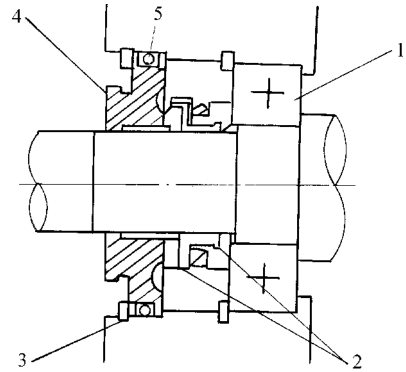


图 2-6　轴封结构
1—轴承　2—轴封　3—卡簧
4—密封板　5—O 形圈

轴封的形式有多种，图 2-6 是输入轴轴封的一种形式，它具有使压缩机内的制冷剂和外界隔断的功能。由于轴封和主轴一起旋转，所以采用耐磨、密封性好的炭环和陶瓷环。陶瓷环依靠卡簧定位。油封板、陶瓷环、炭环靠紧，起径向密封作用。另外炭环还兼有轴向密封功能。目前很多压缩机的密封已采用含氟塑料密封件。

由于曲轴连杆活塞组件做高速运动，所以必须保证其充分润滑。压缩机中润滑方式有两种：飞溅润滑和强迫润滑。飞溅润滑的原理是依靠高速旋转的曲轴，将曲轴箱的润滑油带上来，然后将其飞溅到各运动件上。强迫润滑是利用压缩机后端的机油泵，把油通过输油管和曲轴。连杆内的输油孔路强制性地送往需润滑的机件部位。机油泵是一种内啮合的齿轮泵，其内齿由曲轴驱动，外齿固定在后缸体上。

3. 变容量式曲轴连杆压缩机

制冷量大的曲轴连杆式压缩机，往往采用独立驱动方式，用调节发动机转速的方法来调节压缩机的制冷量。

实现容量调节的方法很多，一般是采用卸载装置的机械控制来停止一个直至全部气缸压缩气体的工作。另一方面由于曲轴连杆式压缩机起动转矩较大，便希望压缩机空载起动，即全部气缸停止工作，只将几个气缸的进气阀片强制顶开，这样可减小起动转矩。

图 2-7 是变容量调节压缩机的原理图。它在排气阀座 7 和气缸套 5 之间加进一个卸载阀片 6，缸套侧加了一个顶杆 4，活塞 2 下面加了一个转动斜环 1。气缸工作时，进气阀片正常工作。若转动斜环，顶杆顶起卸载阀片。此时，卸载阀片处于开启状态。因此，活塞虽然仍在气缸内做往复运动，但并不压缩气体，即这个气缸不处于工作状态。反之，后向旋转斜环，顶杆在弹簧作用下回位，卸载阀片关闭，气缸又转入正常工作态。通过这种办法，便可实现制冷量的调节。

斜环的转动是依靠液压缸中的油压来推动的。图 2-8 所示的该装置主要包括液压缸、拉杆、弹簧等部分。液压缸中不供油则弹簧将活塞推到右边，拉杆将斜环转到顶杆最低位置。卸载阀片关闭，气缸处于工作状态。若向液压缸供油，活塞克服弹簧力后，向左移动，拉杆将斜环转动到顶开卸载阀片，气缸处于不工作状态。在这种装置中，一个液压缸可控制两个气缸的转动斜环。

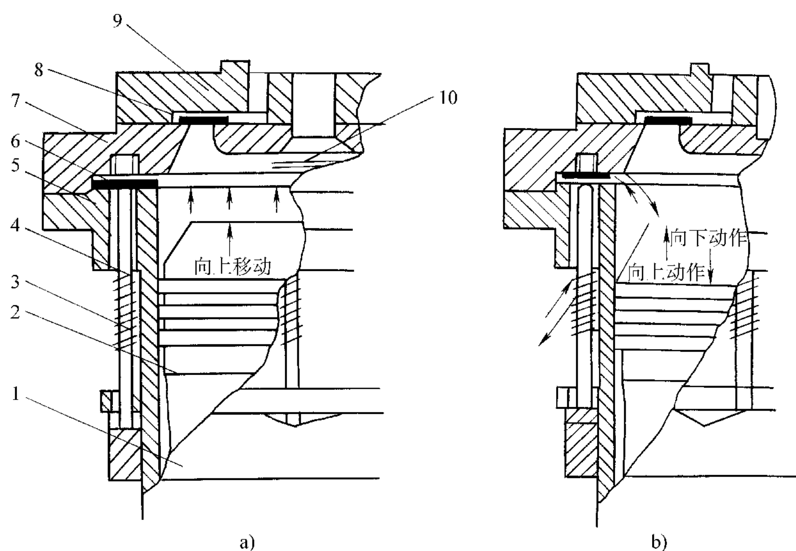


图 2-7 变容量调节压缩机原理图

a）压缩机正常工作 b）压缩机卸载工作

1—斜环 2—活塞 3—弹簧 4—顶杆 5—气缸套 6—卸载阀片

7—排气阀座 8—排气阀片 9—阀盖 10—进气阀片

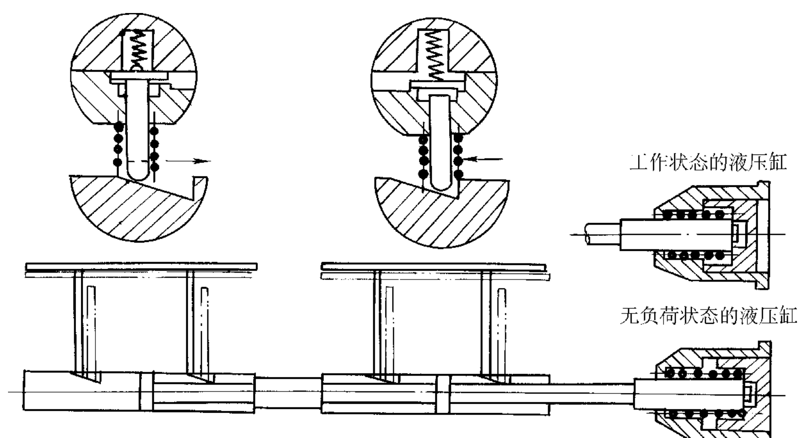


图 2-8 液压缸控制斜环工作图

3.1.2 摆盘式压缩机

摆盘式压缩机的最大优点是工作平稳、结构紧凑、体积小，适用于在空间狭小的车厢使用。其材料为铝合金，以减轻汽车自重。变容量摆盘式压缩机可以无级自动调节能量的输出，结构简单，相应地空调的舒适性得到提高，能耗也得到降低。

1. 工作原理

摆盘式压缩机的工作原理如图 2-9 所示。

各气缸均以压缩机的轴线为中心，均匀分布，连杆连接活塞和摆盘，两端采用球形万向

联轴器，使摆盘的摆动和活塞移动相协调而不致发生干涉。摆盘中心用钢球做支承中心，并用一对固定的锥齿轮限制摆盘只能摇动而不能转动。主轴和楔形传动板连接在一起。

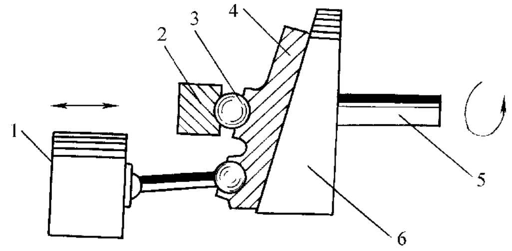


图 2-9　摆盘式压缩机工作原理图
1—活塞　2—压块　3—钢球
4—摆盘　5—主轴　6—楔形传动板

压缩机工作时，主轴带动楔形传动板一起旋转。由于楔形传动板的转动，迫使摆盘以钢球为中心，进行左右摇摆移动。摆盘和楔形传动板之间的摩擦力，使摆盘具有转动的趋势，但是这种趋势被一对锥齿轮所限制，使得摆盘只能左右移动，并带动活塞在气缸内做往复运动。

该类压缩机与曲轴连杆式一样，均有进、排气阀片，工作循环也具有压缩、排气、膨胀、进气四个过程。当活塞向右运动时，该气缸处于膨胀、进气两个过程，而摆盘另一端的活塞做反向的向左移动，使该气缸处于压缩、排气两个过程。主轴每转动一周，一个气缸便要完成上述的压缩、排气、膨胀、进气的一个循环。一般一个摆盘配有五个活塞，这样相应的五个气缸在主轴转动一周时，就有五次排气过程。

为了使读者对摆盘式压缩机有更深入的了解，下面对日本三电公司的产品 SD—5 压缩机的结构予以介绍。

图 2-10 是 SD—5 摆盘式压缩机的剖视图。

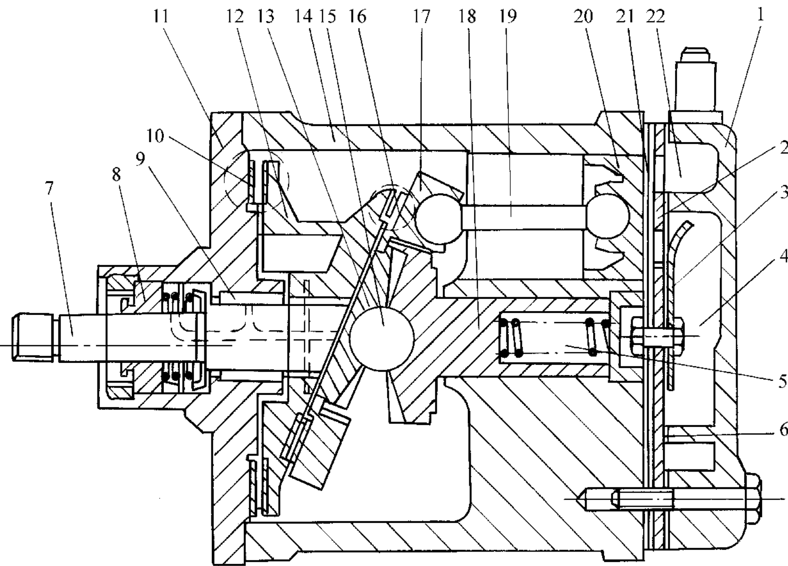


图 2-10　摆盘式压缩机剖视图
1—后盖　2—阀板　3—排气阀片　4—排气腔　5—弹簧　6—后盖缸垫　7—主轴
8—轴封总成　9—滑动轴承　10—端面滚子轴承　11—前缸盖　12—楔形传动板　13、18—锥齿轮
14—缸体　15—钢球　16—摆盘滚子轴承　17—摆盘　19—连杆　20—活塞　21—阀板垫　22—进气腔

该压缩机的特点是将摆盘和楔形传动板的滑动配合改为借助于圆柱滚子轴承，传动板与前缸盖接触亦改为借助于滚子轴承，并将楔形传动板掏空，大部分零件也改用铝合金材料。

这样改进后压缩机结构更紧凑，重量更轻，寿命更长，价格又低廉。SD—5 型压缩机的主要构造如下：主轴和五个气缸轴线平行，缸体 14 上均布着五个轴向气缸，气缸内的活塞和摆盘被连杆用球形万向联轴器连接，通过滚子轴承 10 和 16，使楔形传动板与前缸盖和摆盘之间的滑动摩擦变为滚动摩擦，减少了摩擦阻力和零件的磨损，延长了零件寿命。9 是一对滑动轴承，它和钢球 15 一起支承主轴和楔板运动。钢球 15 还起到摆盘的支点作用。进气腔和楔形板腔有通气孔，使夹带润滑油的制冷剂蒸气先润滑所有的运动部件和油封后，再到气缸中压缩。

目前摆盘式压缩机已在我国得到广泛应用，如许多汽车修理厂都采用价格低廉的三电公司压缩机来替换原有的汽车空调压缩机。

2. 变容量摆盘式压缩机的工作原理

与普通摆盘压缩机相比，变容量摆盘压缩机最大的改进是在后端盖上装了一个波纹管控制器和导向器。波纹管放在吸气腔内，受蒸气压控制，通过波纹管的动作来控制排气腔和摆盘室、吸气腔和摆盘室之间的阀门通道。导向器根据摆盘室内压力的大小，自动调节摆盘的倾斜角度的大小。摆盘倾角越大，活塞行程越长，排出的气体亦越多；反之，摆盘倾角越小，活塞行程越短，排气量亦越少。这样制冷量少，耗能亦少。

当发动机转速降低时，蒸发器出来的蒸气压较高，使波纹管压缩。当压力大于 0. 35MPa 时，控制阀开启低压通道。关闭高压通道，这时摆盘室的蒸气进入低压腔，使摆盘室内气压变小，活塞压缩时，两端的压差变大，导向器自动地调节增大摆盘倾角来平衡活塞上增大的力矩，活塞行程变长，排气量增多。蒸发器压力亦增高。这样活塞两端的压差使压缩机满负荷输出压缩蒸气，制冷量最大。

当发动机高转速时，吸气腔的压力降低。当下降至 0. 3MPa 时，控制阀打开高压通道，关闭低压通道，高压蒸气进入摆盘室，使活塞压缩时两端的压差变小，导向器自动调节减小摆盘倾角。这样活塞行程缩短，排气量减小耗能减小。

由于变容量摆盘式可以在吸气压力 0. 30 ~ 0. 35MPa 之间连续无级调节其输气量，从而实现了压缩机的制冷量、功耗与空调在不同工况下的合理匹配，极大限度地改善了汽车空调的舒适性，并降低了能耗。

3. 1. 3 斜盘式压缩机

斜盘式压缩机是一种轴向往复活塞式压缩机。目前，它是汽车空调压缩机中使用最为广泛的一种。国内常见的轿车，如奥迪 100 轿车，捷达轿车，以及二汽生产的富康轿车皆采用斜盘式压缩机，作为汽车空调的制冷压缩机。

斜盘式和摆盘式压缩机同属于轴向往复活塞式压缩机。其结构如图 2-11 所示。

它们之间的不同是摆盘式的活塞运动属单向作用式，而斜盘式的活塞运动属双向作用式。所以有时又把它们分别称作单向斜盘式压缩机和双向斜盘式压缩机。

1. 工作原理

图 2-12 是一种斜盘式压缩机的剖视图，它的工作原理如下：当主轴带动斜盘转动时，斜盘便驱动活塞做轴向移动，由于活塞在前后布置的气缸中同时做轴向运动，这相当于两个活塞在做双向运动。即前缸活塞向左移动时，排气阀片关闭，余隙容积的气体首先膨胀；在缸内压力略小于吸气腔压力时，吸气阀片打开，低压蒸气进入气缸开始了吸气过程，一直到

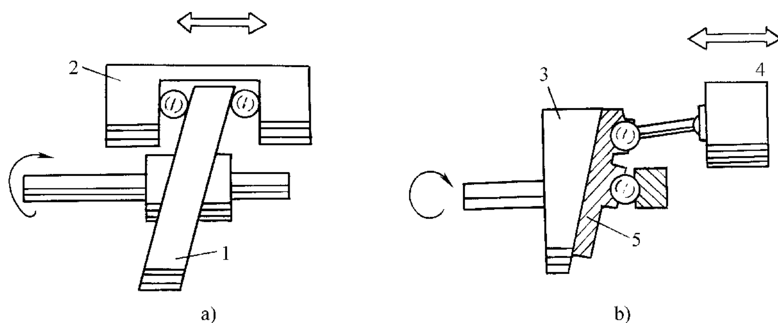


图 2-11　斜盘式与摆盘式压缩机原理和结构比较

a）斜盘式压缩机的活塞双向作用　b）摆盘式压缩机的活塞单向作用

1—回转斜盘　2、4—活塞　3—传动板　5—摆盘

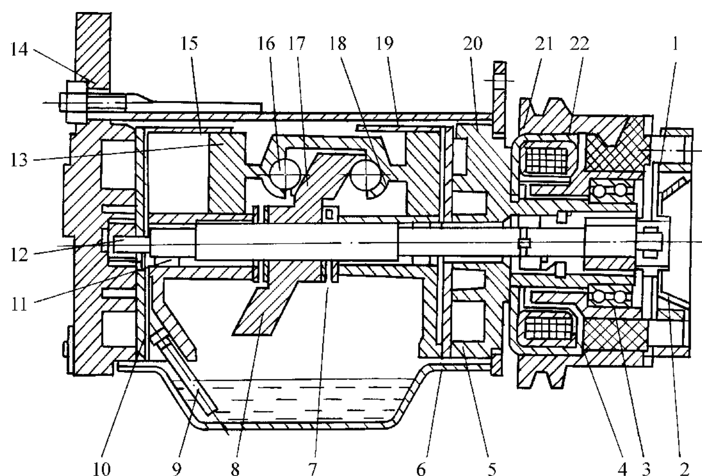


图 2-12　斜盘式压缩机剖视图

1—主轴　2—压板　3—带轮轴承　4—轴封　5—密封圈　6—前阀板　7—回油孔

8—斜盘　9—吸油管　10—后阀板　11—轴承　12—机油泵　13—活塞　14—后缸盖　15—后气缸

16—钢球　17—钢球滑靴　18—前后活塞球套　19、20—前气缸　21—带轮　22—电磁线圈

活塞向左移动到终点为止。当后缸活塞向左移动时，开始压缩过程，蒸气不断压缩，压力和温度不断上升。当压缩蒸气的压力略大于排气腔压力时，排气阀片打开，转到排气过程，一直到活塞移动到左边为止。这样斜盘每转动一周，前后两个活塞各自完成吸气、压缩、排气、膨胀过程，完成一个循环，相当于两个工作气缸。这意味着缸体截面均布三个气缸和三个双向活塞时，当主轴旋转一周，相当于六个工作气缸。所以称这种三缸、三个双向活塞布置的压缩机为斜盘式六缸压缩机。

2. 结构

斜盘式压缩机结构如图 2-12 所示。

斜盘式压缩机的主要零件有缸体、前缸盖、后缸盖、前阀板、后阀板、活塞。它的斜盘固定在主轴上，钢球用滑靴和活塞的联结架固定。

钢球的作用是使斜盘的旋转运动经钢球转换为活塞的直线运动时，由滑动变为滚动。这

样可减少摩擦阻力和磨损，以及延长滑靴的使用寿命。如今斜盘和滑靴都以耐磨质轻的高硅铝合金材料替换了当初使用的铸铁材料，活塞也用硅铝合金。这样既提高了压缩机运动机件的质量，又可提高压缩机的转速。

由于斜盘式压缩机的活塞双向作用，所以在它的两边都装有前、后阀总成，各总成上都装有吸气簧片和排气簧片。且前、后缸盖上有各自相通的吸气腔和排气腔，吸、排气缸用阀垫隔开。

其润滑方式有两种，一种是采用机油泵强制润滑，它用于豪华型轿车和豪华小型巴士车，具有较大制冷量的压缩机。另一种没有油底壳，没有机油泵，而是依靠润滑油和制冷剂一道循环，利用在吸气腔内因压力和温度下降而分离出的润滑油来润滑压缩机各组件，很显然这与摆盘式压缩机类似。

3. 变容量斜盘式压缩机

斜盘式压缩机实现容量变化的形式很多，但原理均相差不多，归根到底都是采用电磁三通阀来调节气缸内余隙容积大小，使排气量发生变化，从而达到调节制冷量大小的目的。

如图 2-13 所示，六缸斜盘式压缩机每缸均配置一个余隙容积变化阀，使用一个电磁阀控制。也有用多个电磁阀控制六个缸排气量的。

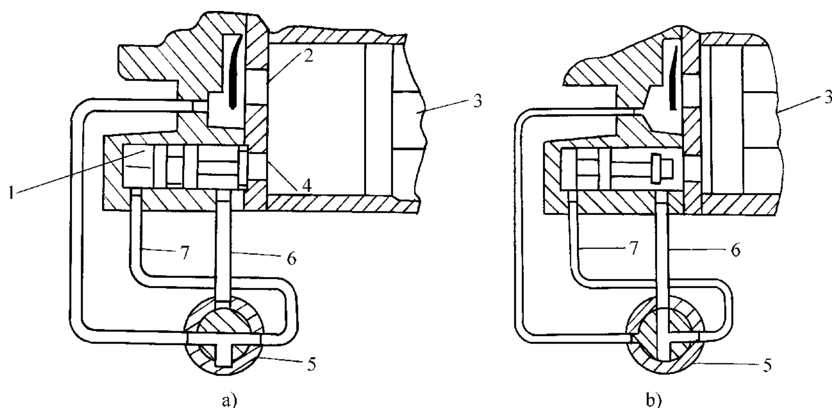


图 2-13 斜盘式压缩机变容量工作原理

a）全负荷工作 b）部分负荷工作

1—余隙容积调节阀 2—排气腔 3—活塞 4—阀口 5—三通电磁阀 6—回气管 7—工作管

正常负荷工作时，电磁阀与排气腔工作管接通，高压气体将余隙容积变化阀向右推，直至将阀口堵住，此时压缩机为 100% 的负载，即以正常排气量工作。

当需要降低压缩机的排气量时，电磁阀与回气管和工作管相通。当吸气时，余隙首先将原来左端的高压气体通过工作管、回气管送到吸气气缸。在活塞压缩时，气体推动余隙左移，留下一个空间如图 2-12 所示。当压缩完毕时，余隙阀内的气体保留下来。当活塞右移时，余隙阀内的高压气体首先膨胀，这样就减少了气缸的吸气量和排气量，相应功耗也就减少。至于每缸排气量的减少量，一般按设计余隙容积减小 75% 来设计，相应功耗可减小 50%。

由上所述可以看出，斜盘式压缩机的容量是有级变化的，这就远不及摆盘式压缩机输气的质量好。与此同时，采用单电磁阀控制多个气缸的方式也不合理，这会引起排气的波动太

大。相应地引起制冷量的急剧变化。所以，最好采用多电磁阀来控制多个气缸。这样可根据车内或车外温度来决定变容的缸数。但这样一来控制结构就变得复杂起来。所以，从变容的结构、能耗、空调舒适性来说，摆盘式的整体性能比其他往复式压缩机好得多。

4. 斜盘式压缩机的特点

由于斜盘式压缩机无连杆结构，所以工作可靠，结构也很紧凑，体积小，重量轻，排气脉冲比曲轴连杆式小。由于它是轴向卧式结构，所以能方便地直接安装在发动机机体上，而不需要另配机架，这些都是斜盘式压缩机的优点。但是它装配要求高，因为滑靴和钢球、活塞架之间的装配是很精密的，必须采用选配。而安装时，前缸盖、后缸盖、前阀板、后阀板、主轴、活塞等都是用六条螺栓紧固组装，这样不容易保证装配精度；另一方面，由于调整零配件较多，工作量大，技术要求高，这些都对工厂的加工装配提出了很高要求，一般工厂很难办到。这是斜盘压缩机的不足之处。针对上述问题，近年来对斜盘式压缩机有了很多改进，如将前后缸体改为整体式缸体，使制造工艺和装配工艺都得到一定程度的简化。

3.1.4　径向压缩机

径向压缩机又称辐射式压缩机，是往复活塞式压缩机的一种。其特点是在一个截面上有四个气缸对置。曾在 20 世纪 70 年代到 80 年代的通用轿车、福特轿车，以及本田轿车空调上得到普遍应用。

1. 工作原理

图 2-14 是其工作原理图，当曲轴旋转运动时，推动滑块按曲柄位置移动，使直角相交的两对活塞做垂直于曲轴轴线的往复运动。当曲轴运动到图 2-14a 位置时，上气缸排气完毕，下气缸吸气完毕，右气缸处于膨胀吸气过程，左气缸处于压缩排气过程。从曲轴中，溶解有润滑油的低压制冷剂蒸气，通过在活塞中心的通孔将装在表面的吸气阀片顶开，进入气缸进行吸气；而排气则是通过气缸顶面的排气阀片和阀板排到外壳空间，再从排气孔送到冷凝器。当曲轴转到图 2-14b 位置时，上缸余隙气体开始膨胀过程和低压蒸气从吸气阀吸气过程；而下缸则为压缩排气过程。当右缸吸气完毕，左缸排气亦结束。图 2-14c、d 亦加以类推。这样当曲轴旋转一周，则每一个气缸都完成了吸气、压缩、排气、膨胀的循环。

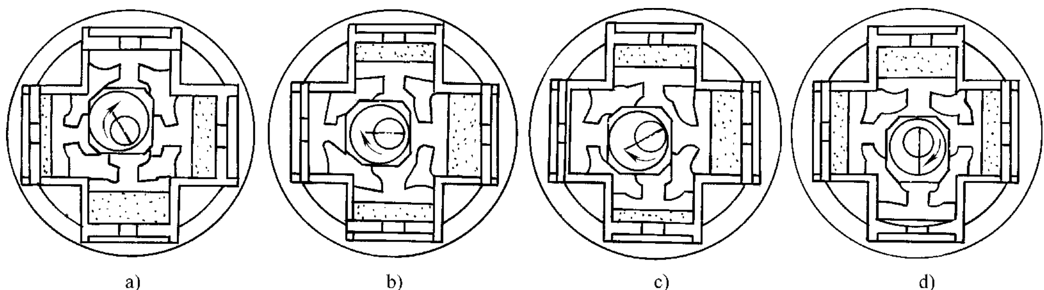


图 2-14　径向压缩机工作原理

2. 结构构造

虽然径向压缩机的工作原理相同，但不同厂家生产的径向压缩机都互有差异。

美国通用汽车公司生产的 Harrison. R 型压缩机活塞靠两只轭叉相连，轭叉中心和曲柄中

心线相交。气缸体采用铝合金材料，与主轴和活塞组装在一起，不可拆卸。外壳和气缸体紧配合，拆开时需用专用工具。而日本本田公司生产的四缸径向压缩机将四个活塞做成两对整体活塞，把它们嵌装在滑块上，这样既可减少曲轴和滑块之间的运动惯性，又可提高压缩机的转速。

3. 径向活塞式压缩机特点

由于该类压缩机采用径向十字形排列，所以轴向尺寸短，平衡性能好，振动小，是往复式活塞压缩机中结构最简单、最紧凑的品种，而且低速性能好，可靠性高。

此种压缩机在应用中的特点如下：

1）低速时容积效率高，功耗小。

2）采用两个对置活塞。从理论上讲，惯性力可以自行抵消，这样振动较小。

3）四缸对置，所以轴向尺寸小，结构紧凑，重量轻，特别适合于小型经济型轿车。

4）由于含有润滑油的低压蒸气是通过曲轴箱后再进入活塞和气缸的，因此整机润滑非常充分、均匀，相应消耗的摩擦功很小。

3.2 回转式压缩机结构原理

回转式压缩机是一种工作容积能做回转运动的容积式压缩机。机体内气体的压缩是通过容积的变化来实现的。

回转式压缩机和往复活塞式压缩机都是依靠气缸容积的变化来达到压缩制冷剂的目的，但是回转式压缩机工作容积的变化不同于往复活塞式压缩机，它的工作容积变化除了周期性扩大和缩小外，其空间位置也随主轴转动不断发生变化。这类压缩机只要进气口的位置设置合理，完全不用进气阀片。排气阀片则可根据需要来设置。回转式压缩机基本上无余隙容积，其工作过程一般只有进气、压缩、排气三个过程，所以它的容积效率比往复式压缩机高得多，高到 80% ~95%。

回转式压缩机的转子不存在往复运动带来的惯性力，所以平衡问题容易解决。这样，回转式压缩机可达到较高转速，增加了制冷能力，减小了体积和重量，这一点对汽车空调显得特别重要。

但是，由于回转式压缩机工作容积不断地变化，使得工作容积的密封面积较大，加上密封的地方大都是曲线，因此密封结构复杂，密封性差。为此，必须借助润滑油来密封，而这又势必造成润滑机构复杂。而且由于润滑油的导热性差，造成空调压缩机的换热性能不良，降低它的制冷能力。

由于回转式压缩机的特点，近十来年，它已广泛地应用在汽车空调上，正在逐步取代往复式压缩机。下面对其中的旋叶式压缩机和滚动活塞式压缩机进行介绍。

3.2.1 旋叶式压缩机

旋叶式压缩机又称刮片式压缩机，它是由旋叶式真空泵演变而来的。它是旋转式压缩机中应用在汽车空调上最早的一种。

1. 工作原理

旋叶式压缩机的气缸有圆形和椭圆形两类。叶片有二片、三片、四片、五片等几种。其中圆形气缸配置的叶片为二、三、四片三种，如图 2-15 所示。

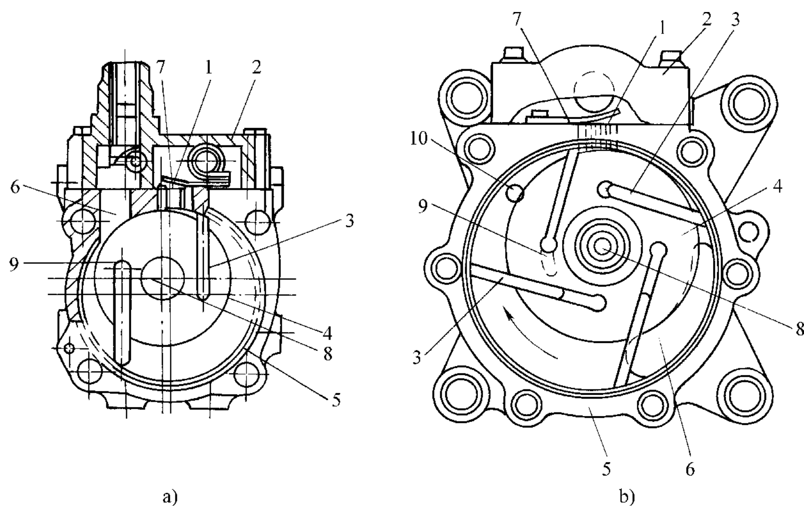


图 2-15　圆形气缸的旋叶式压缩机剖视图

a）日本松下二叶压缩机　b）美国纽克四叶压缩机

1—排气孔　2—缸盖　3—叶片　4—转子　5—缸体　6—吸气孔

7—排气簧片　8—主轴　9—进油孔　10—单向阀

椭圆形气缸配置的叶片为四、五片两种，如图 2-16 所示。

在圆形气缸的旋叶式压缩机中，转子的主轴相对气缸的圆心有一偏心距，这样使转子紧贴在气缸内表面的吸、排气孔之间，而在椭圆形气缸中，转子的主轴和椭圆的几何中心重合，转子紧贴椭圆两短轴上的内表面。这样转子的叶片和它们之间的接触将气缸分成几个空间，当主轴带动转子旋转一周时，这些空间的容积发生扩大—缩小—几乎为零的循环变化；相应地制冷剂蒸气在这些空间内发生吸气—压缩—排气的循环。对于圆形气缸而言，双叶片式将空间分成两个空间，主轴每旋转一周，即有二次排气过程；三叶片则有三次排气过程，叶片越多，压缩机的排气脉冲越小。椭圆气缸压缩机也是如此。

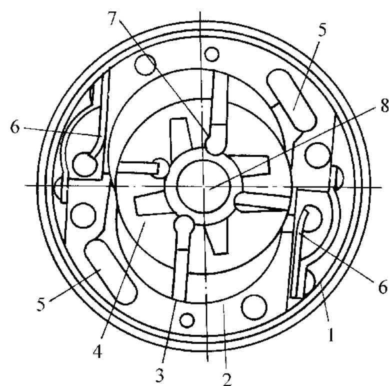


图 2-16　椭圆形气缸的旋叶式压缩机

1—机壳　2—缸体　3—叶片（共四片）

4—转子　5—吸气腔　6—排气簧片

7—进油口　8—主轴

旧式设计中，将排气阀设计在接近接触线的位置，旋叶式压缩机几乎不存在余隙容积。

由此可见，旋叶式压缩机由于不设吸气阀，容积效率特别高，转子可以高速运转，制冷能力强。

2. 结构

图 2-17 是旋叶式压缩机的轴向剖视图。

从图中可知，它的主要零部件有缸体、转子、主轴、叶片、排气阀、后端板、带有离合器的前缸盖和主轴的油封总成。后端板和前缸盖上有两个滚动轴承支撑主轴转动。后端还有一个油气分离器。转子上开的槽的中心不通过转子中心，而是斜置一个角度，以使叶片在转

子的斜置槽中上下自由滑动。叶片之所以斜置槽中，目的是尽量减小叶片沿转子上的槽运动时的阻力，以改善叶片在槽中自由滑动的状况。高压润滑油从槽的底面进入槽中，使叶片以浮动的形式接触缸体曲面而实现密封，这样既减小了密封弹簧的弹力，又提高了叶片的耐磨性。与此同时离心力对无约束的叶片的作用也能加强接触面密封的可靠性。

旋叶式压缩机后端的排气室内设有一个较大的空间，以用来分离油气，使制冷剂蒸气经分离后排出。油底壳里的润滑油在压差作用下，通过输油管压入转子的槽底，通过叶片和槽的间隙，进入气缸，润滑油同时还流到转子与前后缸盖板的间隙中，对端面的轴承和油封进行润滑，另外还对主轴承进行润滑。润滑后的油随着制冷蒸气经压缩，再返回油气分离器。

3. 变容量的旋叶式压缩机

图 2-18 所示为一种双叶片旋叶式压缩机。它可根据发动机转速的高低、自动调节制冷量。

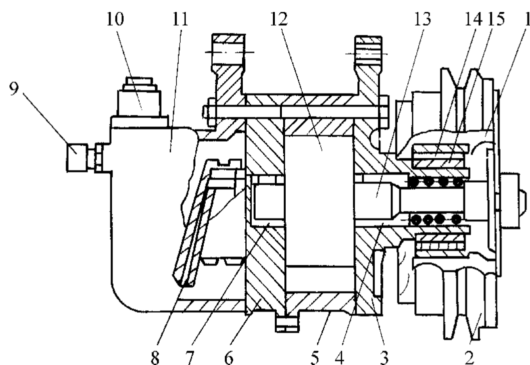


图 2-17 旋叶式压缩机轴向剖视图

1—前板 2—带轮 3—前端盖 4—轴承 5—缸体
6—后盖板 7—轴承 8—吸油管 9—排气口
10—进气口 11—后端盖 12—转子 13—主轴
14—带轮轴承 15—轴衬

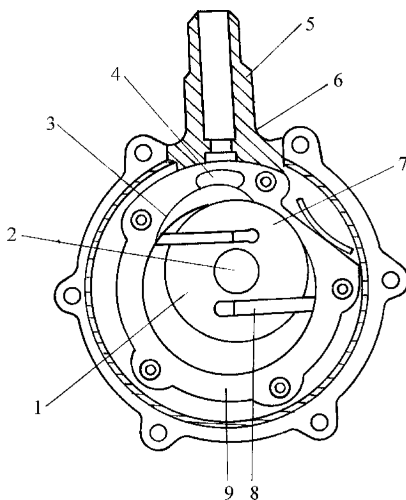


图 2-18 变容量旋叶式压缩机

1—转子 2—主轴 3—变容量槽
4—吸气孔 5—进气管 6—O 形圈
7—排气阀 8—叶片 9—缸体

这种压缩机的工作原理如下：在气缸的进气口处，有一进气槽，当叶片刮过进气口时，进气过程本来应该结束，但由于气缸开有一吸气槽，在气流惯性的作用下，继续通过吸气槽进行充气，这样可以提高充气效率，又不影响下一气缸的进气过程。吸气槽和叶片构成一个缺口，通过吸气槽进入气缸的气体流量正比于缺口截面积和流入时间的乘积，即流量 = K × 面积 × 时间 × 叶片厚度。式中 K 为比例系数。低转速时，叶片刮过吸气槽的时间长，充气量增大，制冷量大；高转速时，叶片刮过吸气槽的时间短，气缸充气量相对减少，制冷量减小，能耗降低。在相同制冷量条件下，气缸容积可以减小 30%，而重量降低 20%。从整体来看，不但能进行制冷量自动调节，还可减少功耗，这也是旋叶式压缩机得到广泛应用的原因。

4. 旋叶式压缩机的特点

旋叶式压缩机有如下特点：

1）结构简单，零部件少，无进气阀，容积效率高。

2）体积小，重量轻，重量只有制冷量等同的往复式压缩机的 50%~70%。

3）能高速运转，且运转平稳，起动转矩小。

4）噪声小，压缩蒸气的温度低。

5）叶片的耐磨性差，端面密封性能较差，这影响了这种机型的推广应用。

3. 2. 2　滚动活塞式压缩机

滚动活塞式压缩机是一种新型的旋转式压缩机，有单缸、双缸和变容量三种。该种压缩机由于体积小、工作可靠，广泛应用于汽车空调及其他空调和冰箱上。

1. 工作原理

滚动活塞式压缩机工作原理如图 2-19 所示。

滚动活塞内部是中空的，并且和曲柄的配合有很大的间隙，在间隙里充满着润滑油。如图 2-20 所示，当曲轴旋转时，依靠摩擦力引起滚动活塞的转动，并在离心力作用下，使滚动活塞的内表面和曲柄外表面紧紧接触，造成滚动活塞的几何中心与曲轴中心不重合，即与气缸中心不重合，接触位置处在活塞中心和气缸中心连线的延长线与气缸交点上，且该接触线与固定在气缸上的刮片将气缸空间分成两部分。当曲柄旋转时，活塞不但做自身滚动，而且以气缸的中心为圆心，偏心距为半径的圆周上做回旋运动（不是旋转运动）。这两种运动的合成，引起气缸两部分的空间容积的扩大、缩小的周期性变化。当进气腔的空间容积不断扩大时，制冷蒸气不断地从外面吸进，压缩机处于进气过程；而另一腔则容积不断缩小，蒸气不断压缩，处于压缩过程。当压力腔的蒸气压力略大于排气腔时，则排气阀打开，将压缩蒸气排出气缸外，处于排气过程。曲轴旋转一周，活塞与气缸的接触线也移动一周，这样压缩机的两个空间各自完成了进气、压缩、排气三个过程的工作循环，两个缸便完成了两个工作循环。由于滚动活塞式压缩机的进气过程是连续的，所以不用设置排气阀，容积效率比较高。

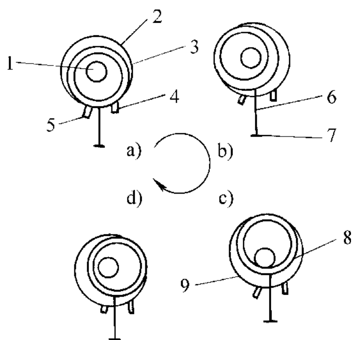


图 2-19　滚动活塞式压缩机工作原理

1—曲轴　2—气缸　3—滚动活塞　4—排气阀　5—进气口
6—刮片　7—弹簧　8—压缩腔　9—进气腔

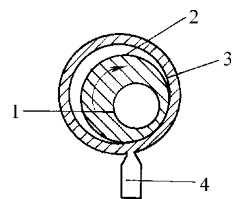


图 2-20　活塞滚动原理

1—曲轴　2—油膜
3—滚动活塞　4—刮片

滚动活塞是在曲轴做旋转运动时，在活塞与曲轴的接触表面产生的摩擦力驱动下带动活塞转动的。由于摩擦面上形成有一层支承油膜，所以曲轴和转子内表面的摩擦力不大，活塞

的转动速度比曲轴小得多。这样活塞在气缸面上的运动呈一种滚动方式。它的刮片和滚动活塞的接触部分也是滚动的。所以滚动活塞式压缩机的摩擦功耗很小，磨损量亦很小，这样使得使用寿命延长。这一点与旋叶式的旋叶与气缸接触是滑动接触不同，所以滚动活塞式压缩机得到广泛的应用。

2. 结构

图2-21所示为日本三菱SA—430滚动活塞式压缩机的剖视图。主要零件为曲轴、转子、缸体、前后端盖和刮片。曲轴11由两端的滚动轴承9和14支承。平衡块8在曲轴尾端。弹簧12压迫刮片24紧贴滚动活塞28在缸体内滚动。不设吸气阀，排气阀采用圆柱形，圆柱形阀工艺性好，在气缸上安装和布置亦较方便。润滑油采用压差输油的方式。即冷凝的润滑油在气缸内润滑滚动活塞与气缸壁接触部位及刮片后，和制冷剂一起排到机体底部，底部装有不锈钢筛网，用来分离油气。分离后的油气，其中蒸气从排气口排除，润滑油留在机体底部。在排气高压作用下，通过吸油孔29油被送到主轴承、活塞内孔以及油封等处，而在底部的刮片和弹簧都浸在油中。

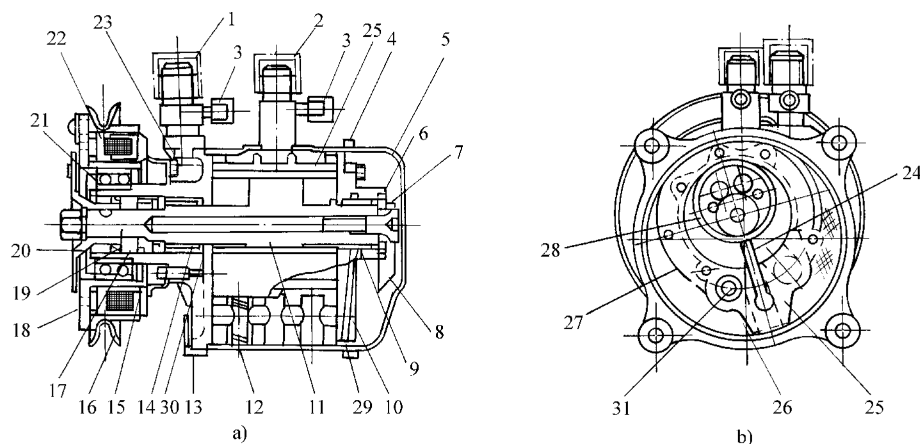


图2-21 日本三菱SA—430滚动活塞式压缩机剖视图

a）侧向剖视图 b）正向剖视图

1—进气口 2—排气口 3—检修备用阀 4—安装架 5—后盖套 6—推力轴承 7—轴向止动螺栓 8—平衡块 9、14—滚动轴承 10—后缸盖 11—曲轴 12—刮片弹簧 13—前盖套 15—轴封总成 16—离合器带轮 17—O形圈 18—离合器压板 19、21—卡环 20—油封 22—离合器线圈 23—止推密封 24—刮片 25—气缸体 26—阀限位器 27—油分离阀 28—滚动活塞 29—吸油孔 30—前缸盖 31—排气阀

3. 变容量滚动活塞式压缩机

图2-22所示为一双缸变容量滚动活塞式压缩机。

在该种压缩机上，一根曲轴配有两个串联的滚动活塞和中间隔板，其他部分与单缸同。为平衡曲轴方便，两个曲柄位置错开180°，这样两个活塞也相互错开180°，这使排气连续进行，排气量可提高一倍，压缩机的体积也更紧凑。滚动活塞压缩机的变容量是停止其中一缸工作，让其制冷量减少一半。其原理是：从排气口引一条管道到后缸的卸载阀，当电磁阀关闭时，卸载阀在右边，打开后缸的吸气口，让其双缸全负荷工作。在车速很快时，蒸发器出口空气温度下降，接通电磁阀，让排气高压引入卸载阀，阀门移到左边，关闭后缸的吸气

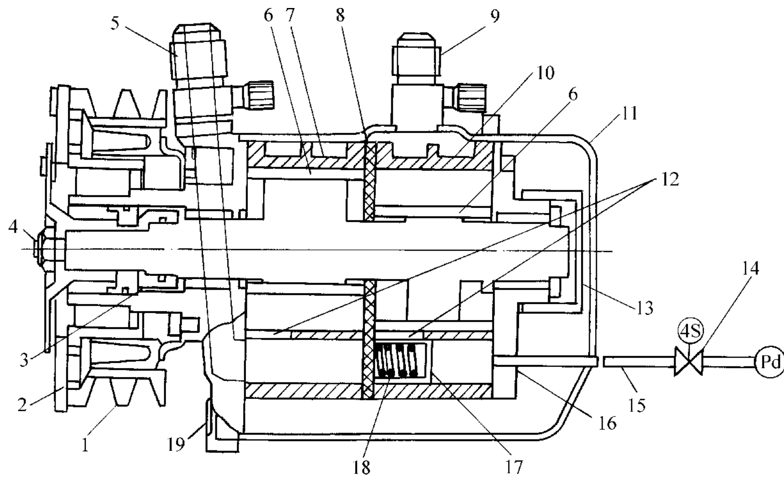


图 2-22　双缸变容量滚动活塞式压缩机

1—带轮　2—离合器板　3—油封　4—曲轴　5、12—吸气口　6—滚动活塞　7—前缸体
8—隔板　9—排气口　10—后缸体　11—外壳套　13—挡油板　14—电磁阀
15—连接管　16—后缸盖　17—卸载阀　18—卸载弹簧　19—前缸盖

入口，让后缸处于空转状态，没有制冷剂输出。很显然，这是一种突变的方式，所以输出的冷空气量和温度波动很大。

4. 滚动活塞式压缩机的特点

滚动活塞式压缩机的优点如下：

1）容积效率高。

2）摩擦阻力小，制冷系数高，寿命长。

3）结构紧凑，零件少，重量轻，体积小。

其缺点是制造精度要求高，特别是转子、缸体内径和曲柄的配合要求非常高，生产中须采用专用夹具。

4　汽车空调换热装置

4.1　冷凝器

1. 冷凝器工作原理

汽车空调系统的冷凝器是由换热管、片组合一体的换热装置。它的功能是将压缩机排出的高温高压制冷剂的蒸气进行冷却，并使它凝结为液体。制冷剂蒸气放出的热量，由周围的空气带走，排至大气中。

2. 冷凝器的结构

冷凝器的结构形式很多，在汽车空调制冷系统中常用的有管带式、管翅式等几种形式，图 2-23a 所示为管带式，图 2-23b 所示为管翅式，图 2-23c 所示的为上述冷凝器与水箱组合一体的方式。圆管翅式由于制造工艺简单，是最常用的一种冷凝器。管带式冷凝器由于加工

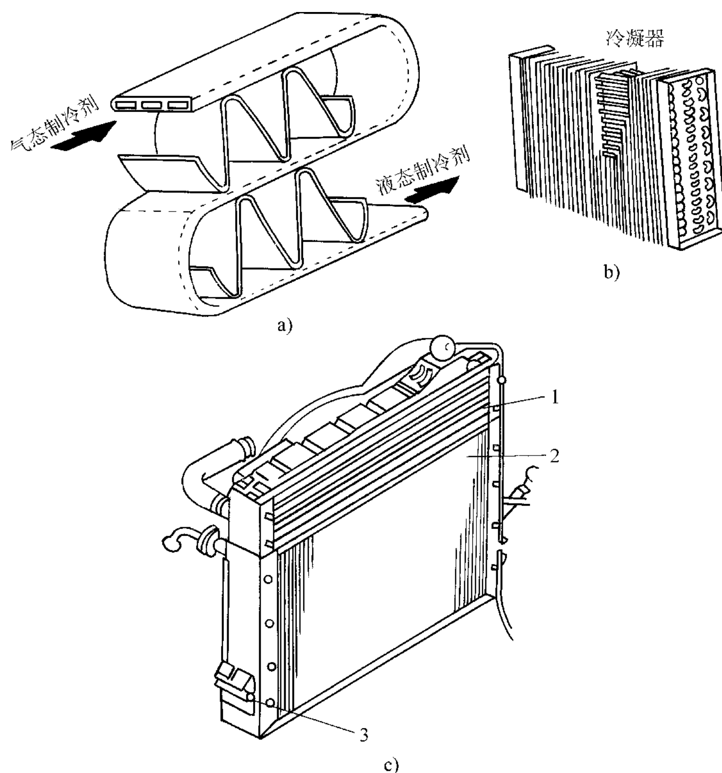


图 2-23 冷凝器

a）管带式 b）管翅式 c）冷凝器、水箱一体式

1—冷凝器 2—水箱 3—安装支架

后无需清理氧化皮，以及可以采用轧制方法，增大换热面积，因此近年来得到越来越广泛的应用。就应用情况看，管带式换热效率较管翅式高出 15% ~20% 。冷凝器的位置应布置得和水箱隔开一定距离，以避免冷却液的温度传给制冷剂。制冷量较大的空调系统一般都装有两个冷凝器，一个用于蒸气凝结，一个作为液体的过冷器。

另外，在越野汽车上还采用强力鼓风式冷凝器。在低速时它采用风扇强迫空气流过冷凝器，增大冷却风量。风扇与发动机系统用离合器连接，在高速时风扇叶片自由旋转，减少功耗，在低速时离合器接合，风扇起动增大冷却风量。

4.2 蒸发器

1. 蒸发器的工作原理

汽车空调制冷系统中使用的蒸发器又称冷却器。它的功能是使节流后送入其中的制冷剂湿蒸气，在其内吸热而沸腾，以达到制冷的目的。

其工作原理如下：当节流后的湿蒸气进入蒸发器内吸热而沸腾后，鼓风机把空气吹过蒸发器翅片管的外表面，空气的热量便被制冷剂吸收。这样，液体逐渐汽化最终变为饱和蒸气。由于在整个过程中蒸气压力始终保持恒定，所以对应的蒸发温度亦保持不变。通过鼓风机不断将被蒸发器冷却的空气送入车内，使车内的温度降低，以达到

降温的目的。

2. 蒸发器的结构

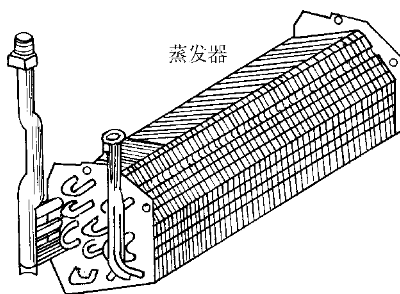


图 2-24　管翅式蒸发器

蒸发器在外形上与冷凝器基本相同，不同的仅是翅片距和传热面积互有差异，汽车空调的制冷系统常见的蒸发器结构主要有管翅式、管带式和板翅式三种。图2-24 所示是常用的管翅式蒸发器。图 2-23a 所示的是管带式，在蒸发器中同样采用较多。

所谓管翅式蒸发器是指采用薄铝片或铜片按管组排列形成冲褶边孔，将其分管组合而成的蒸发器。因为它传热面积大，结构紧凑，是目前广泛使用的一种蒸发器。

管带式蒸发器结构与管带式冷凝器结构相同，仅蒸发器的隔筋通孔较冷凝器多。

板翅式蒸发器是一种全铝结构新型组合式蒸发器。它由隔板、翅片、封条三部分组成。在相邻两夹板之间放置翅片和封条组成一夹层通道。这样将上述的夹层通道根据流动方式叠置组合而成。这类换热器的特点是翅片面积在总传热面积中所占比例很大，所以传热面积大。

5　汽车空调其他主要辅助设备

5.1　膨胀阀

膨胀阀有许多种类，是汽车空调制冷系统中一个重要部件。它安装在蒸发器的进口管道中，目的是将经过储液干燥过滤器流来的液态高压制冷剂从其小孔内喷出，急剧膨胀，从而变成低压雾状体，以便于吸热汽化；另外，它还有节流功能，通过控制制冷剂流入蒸发器的流量，使蒸发器在各种不同负荷的情况下均能正常工作。这种控制是由感温元件自动控制膨胀阀的开启度来实现。各类阀的具体功能将在后面有关章节讲述。

5.2　储液干燥过滤器

1. 用途

储液干燥过滤器串联在冷凝器与膨胀阀之间的管路上。使从冷凝器中来的高压制冷剂液体经过滤、干燥后流向膨胀阀。在制冷系统中，它起到储液、干燥和过滤液态制冷剂的作用。

储液器的功能是储存液化后的高压液态制冷剂。根据制冷负荷的大小需要，随时供给蒸发器。同时还可补充制冷系统的微量渗漏损失。

干燥的目的是防止水分在制冷系统中造成堵塞。水分主要来自新添加的冷冻润滑油和制冷剂中所含的微量水分。当这些水分—制冷剂混合物，通过膨胀阀时，由于压力和温度下降，水分便容易析出凝结成冰，造成膨胀阀堵塞的“冰堵”故障。制冷系统中会由于在制造维修时，没有处理干净会带入一些杂物，另外制冷剂和水混合后，对金属的强烈腐蚀作用也会产生一些杂质。上述杂质与制冷系统的制冷剂混在一起，在系统中循环便很容易将系统中的小孔堵塞，影响系统正常工作。与此同时亦增加了压缩机的磨损，缩短

了它的使用寿命，所以系统中一定要设置过滤器。

2. 结构原理

在中小型汽车空调系统中，一般将具备储液、干燥、过滤三种功能的装置组成一体。这个容器称为储液干燥过滤器。图 2-25 是其结构原理图。其组成部分主要有视液镜 6、易熔塞 5、进口 4、过滤器 3、干燥剂 2、引出管 1 和出口 7 等组成。从冷凝器来的液态制冷剂，从进口 4 处进入，经滤网和干燥剂 2 除去水分和杂质后进入引出管 1，从出口 7 流向膨胀阀。

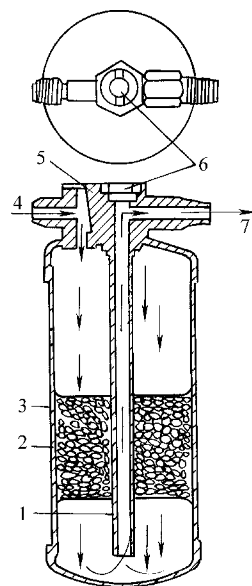


图 2-25 储液干燥过滤器
1—引出管 2—干燥剂
3—过滤器 4—进口 5—易熔塞
6—视液镜 7—出口

干燥剂是一种能从气体、液体或固体中除掉潮气的固体物质。一般常用的有硅胶及分子筛。硅胶在干燥时呈蓝绿色，吸水后呈粉红色。用过的硅胶，可在烘箱内作脱水再生处理，但不能用明火烤。再生硅胶的颜色一般不能复原。

分子筛是一种白色球状或条状的吸附剂，它对含水分低，流速大的液体或气体均有极高的干燥能力。它不但使用寿命长，还可经再生处理后重新使用，缺点是价格较贵。

易熔塞是一种保护装置，一般装在储液器头部，用螺塞拧入。螺塞中间是一种低熔点的合金，当制冷剂温度达到 95 ~ 105℃时，易熔合金熔化，制冷剂逸出，以避免系统中其他零件的损坏。

视液镜使人们可以看到制冷剂的流动状态。当系统正常运行时，从玻璃中可以看到制冷剂无气泡的稳定流动。若出现气泡和泡沫，则说明系统工作不正常或制冷剂不足。

5.3 吸气储液器

用膨胀节流管代替膨胀阀的空调系统，它们的干燥过滤器放在低压管道一侧，叫吸气储液器，图 2-26 为其原理图。从图中可以看出，工作时由蒸发器出口处来的制冷剂，从吸气储液器的上部进口小孔 1 进入容器。进入容器后的制冷剂进行液气分离，其中液态制冷剂沉到底部；而气态制冷剂则经中心管 7 从出口 8 流向压缩机。在容器底部的中心管上有一个小孔 6，允许有少量润滑油经小孔随气态制冷剂流向压缩机，从而满足压缩机润滑的需要。

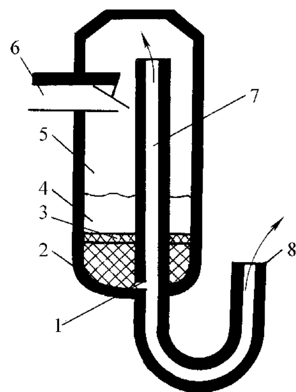


图 2-26 吸气储液器
1—小孔 2—干燥剂 3—滤网
4—液态制冷剂 5—气态制冷剂
6—小孔 7—中心管 8—出口

5.4 电磁离合器

汽车空调电磁离合器的功能是控制发动机与压缩机之间的动力联系。当电源接通时，电磁离合器将发动机的动力传递给压缩机主轴。使压缩机处于工作状态；当电源断开，电磁离合器便切断发动机与压缩机的联系，使压缩机停止工作。所以电磁离合器就像电路中的开关，是汽车空调自控系统中的执行元件，受温控器（恒温器）、压力控制器（压力继电

器）、车速继电器、电源开关等元件的控制。

1. 电磁离合器工作原理

图 2-27 是汽车空调电磁离合器工作原理图。当电磁线圈通电时，产生强大的磁场，将衔铁吸引，带轮将发动机的动力传递给主轴，使压缩机工作。当电磁离合器断开电源时，磁场消失，吸力消失，衔铁离开电磁线圈，切断压缩机和发动机的联系，压缩机停止工作。

2. 电磁离合器结构

图 2-28 所示为电磁离合器结构图。

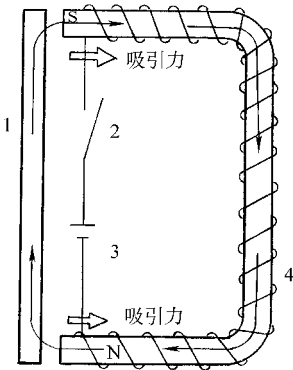


图 2-27　电磁离合器工作原理

1—吸铁　2—开关　3—电源　4—电磁线圈

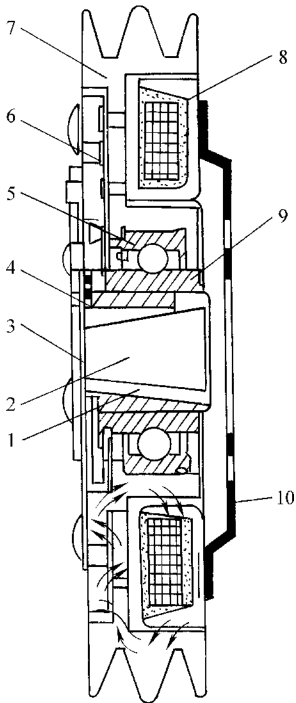


图 2-28　电磁离合器结构

1—键　2—主轴　3—压板　4—轴套　5—滚动轴承　6—衔铁　7—带轮　8—电磁线圈　9—前缸盖凸缘　10—固定板

电磁离合器的主要结构是电磁线圈固定在前缸盖，嵌在带轮的凹槽内。前缸盖凸缘压装轴承，而带轮装在轴承上。衔铁和前压板用三片弹簧铆接，当电磁线圈通电时，磁场吸引衔铁，并克服弹簧力，将前压板也吸引结合在一起，紧贴带轮，压板上的轴套套装在压缩机主轴的键上。这样，带轮带动衔铁、压板，再驱动主轴转动，压缩机开始工作。当电磁线圈断电时，没有了磁场引力，压板在弹簧片弹力作用下，使衔铁脱离带轮，轴套也脱离键槽，压缩机停止工作，带轮空转。

电磁离合器还有一种形式，是电磁线圈和带轮一起转动，电磁线圈的接线是用电刷和集电环结构。不过目前这种结构已很少应用。

3. 电磁离合器的类型

电磁离合器按其形状分为：F 型、G 型，适用于曲轴式压缩机；R 型、P 型，适用于斜

盘式和旋叶式压缩机，如图 2-29 所示。

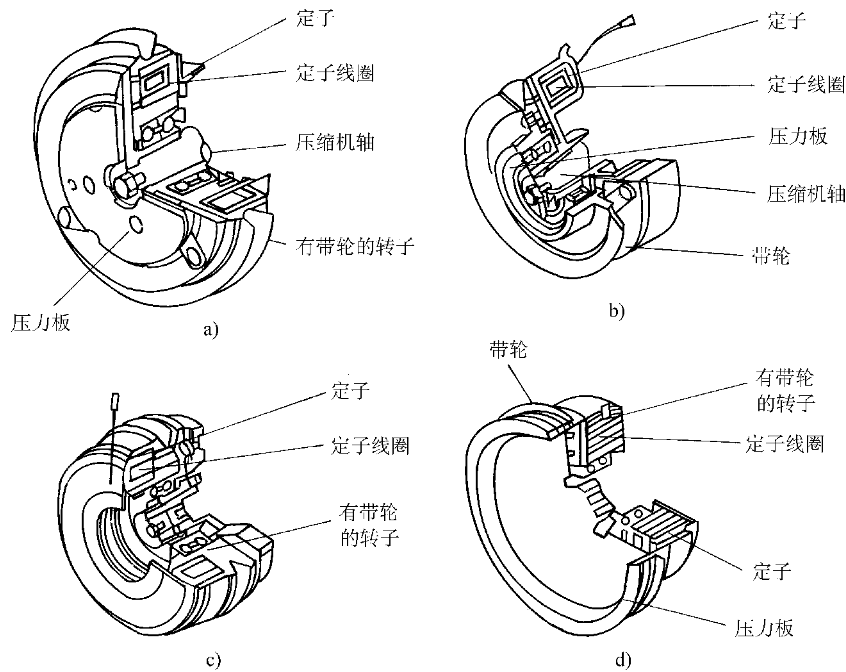


图 2-29 电磁离合器类型

a）F 型 b）G 型 c）R 型 d）P 型

5.5 电磁阀

1. 电磁阀的结构

电磁阀是一种开关式自动阀门，用来切断或接通制冷液管路。电磁阀的线圈通常与压缩机接在同一开关上，压缩机起动时，电磁阀通电，打开阀门；停止时，电磁阀立即关闭。这样避免了大量液态制冷剂进入蒸发器，从而可防止再起动时压缩机冲缸，起了保护机器的作用。电磁阀种类很多，但在汽车空调中使用的主要是直接启闭式电磁阀。电磁阀的结构由电磁阀外壳、弹簧、线圈、铁心、阀杆、阀体等组成。

2. 电磁阀的工作原理

电磁阀的工作原理是当电源接通时，线圈与铁心产生感应磁场，铁心被吸而上移，阀孔被打开。电源切断后，磁场消失，铁心因弹簧力和自身重量而下落，阀孔又被关闭。所谓直接启闭，是指电磁阀为一次开启，其结构简单，操作方便，不易出故障，所以在制冷系统中被广为采用。

5.6 维修辅助阀

汽车空调制冷系统的压缩机吸、排气口上一般都装有维修辅助阀，亦称三通阀。它有前位、后位、中位三个工作位置，如图 2-30 所示。

辅助阀的三个工作位置均由调节阀杆来控制。若顺时针转到阀位可以切断系统中的制冷剂流动。若逆时针旋转到底，系统畅通，制冷剂与外部的通道切断。此通道可作抽空、充填

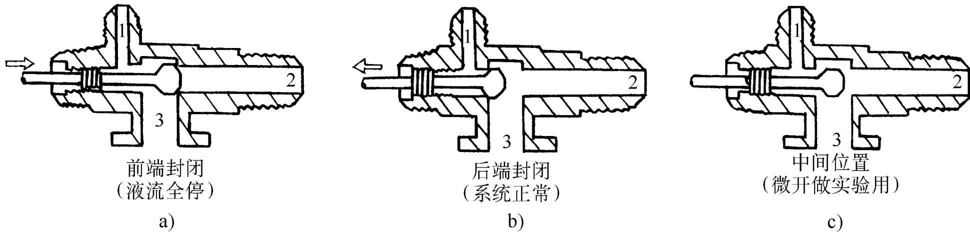


图 2-30　维修辅助阀的不同工作位置示意图
a）前位　b）后位　c）中位
1～3—通道

制冷剂和接压力表之用。若阀杆转到中间，则阀处于三通位置，制冷系统被接通，而另一端连接口可接压力表，测量制冷系统工作压力值，以此可判断压缩机的工作状况。

在轿车空调器中，为了简化制冷系统，压缩机上不设辅助修理阀，而用维修口来替代，在每个维修接口上都装有一只施拉尔阀，如图 2-31 所示。使用时，先把歧管压力表的维修充液管接头拧上，顶开施拉尔阀的阀芯，即相当于前述辅助阀所示的中间位置，这时可对系统进行压力测量、抽真空和充灌制冷剂等工作。当拧下充液管接头时，阀便复位关闭，切断与外管的联系。

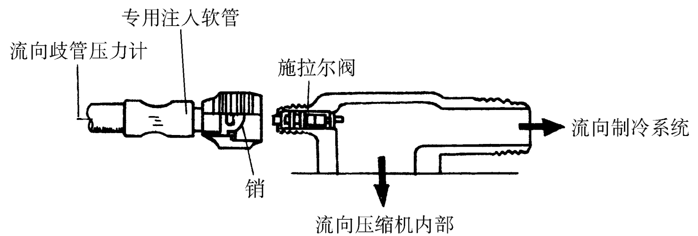


图 2-31　维修接口及施拉尔阀

6　充注 R—134a 的制冷系统

6.1　压缩机及电磁离合器总成

1）由于压缩机吸、排压差增加，压缩比增大，压缩机轴承负荷增加，轴承一般要求加大一个型号；轴密封结构形式要改变，改为唇片式轴封。

2）压缩机吸、排气阀片的材料改为不锈钢材质。因为 R—134a 及其冷冻润滑油 PAG 油的吸湿性较强。

3）压缩机油采用合成油 PAG 油、SP—10 及 SP—20 或 POE 油。因为 R—134a 与 R—12 系统用冷冻润滑油不相容；同样 R—134a 系统用冷冻润滑油与 R—12 亦不相容。

4）压缩机用 O 形密封圈及边缘、端面材料改成 HNBR。

5）电磁离合器因为压缩比增大要适当加大吸合转矩。

6）有些压缩机改为 R—134a 后，还增加了安全泄压阀，如图 2-32 所示。当系统高压异常高时，制冷剂将限制在最小的流出量。其工作特性如图 2-33 所示，当高压压力上升至 3.51MPa（35.7kgf/cm^2）至 4.40MPa（44.8kgf/cm^2）之间时，压缩机安全泄压阀开始工作，放出制冷剂；当泄压后压力降至 3.02MPa（30.7kgf/cm^2）时，安全泄压阀关闭。

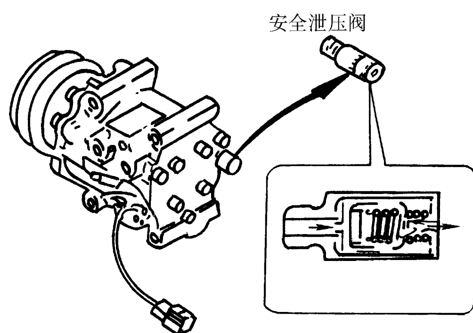


图 2-32 R—134a 压缩机安全泄压阀

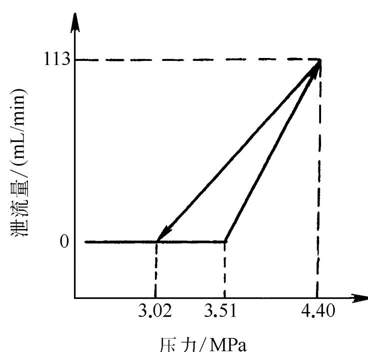


图 2-33 压缩机安全泄压阀工作特性

6.2 冷凝器

由于 R—134a 系统高压侧压力较 R—12 系统高，所以必须采用散热能力更大的冷凝器。否则高温时高压压力将上升太多。

1）相同结构的冷凝器，则加大冷凝器散热面积。

2）对于管片式结构，则可减小管径以增加管数，同时改变管子排列方法；或用管带式结构去代替管片式结构；若原为管带式结构，则加大或加厚之。

3）采用散热效率更高的平行流式冷凝器，散热效率高，重量轻，结构尺寸小。

4）加大冷凝器冷却风扇的风量。

5）冷凝器接头全部改为米制的。

6.3 储液干燥器总成

1）改变原有的干燥剂（常用的分子筛 4A—XH—5）而采用 XH—7，并增大其用量 15%～20%。因为 R—134a 和冷冻润滑油 PAG 吸水性更强。

2）取消了易熔栓（而在压缩机上增加压力泄压阀），以防止制冷剂排出大气，保护了环境。

3）储液瓶本体由铁质改为铝质，提高其耐蚀性能。

4）瓶底底部形状变成漏斗形状，可减少制冷剂充填量，如图 2-34 所示。

5）储液干燥器接头全部改为米制的。

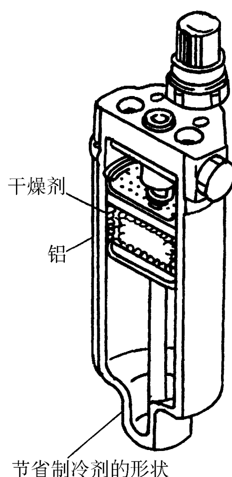


图 2-34 R—134a 储液干燥器结构

6.4 膨胀阀总成

1）因为 R—134a 的蒸发压力不同，所以要改变其压力设定值。即过热度和流量特性需重新设定。

2）感温管内封入的气体要变更。

3）其压力弹簧由普通弹簧钢改成不锈钢。

4）其接口尺寸由英制改为米制。

5）O 形密封圈材质由 NBR 变成 HNBR。

6）对于毛细管节流系统，毛细管的长度要重新确定。不过目前微型汽车上不用。

6.5　蒸发器总成

1）为提高其散热量，常采用层叠式结构，散热效率更高，流阻更小，结构更加紧凑。

2）其接口尺寸由英制改为米制。

6.6　压力开关

1）由于 R—134a 系统与 R—12 系统的不同，其压力设定值亦不同，R—134a 低压开关设定值降低 0.01MPa，而高压开关设定值则增加 0.05MPa。其压力设定值参见图 2-35。

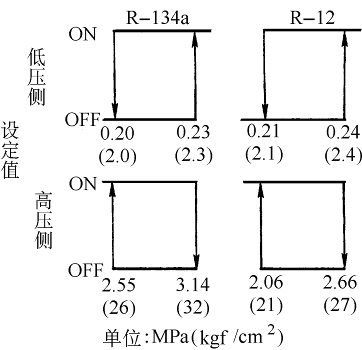


图 2-35　R—134a 与 R—12 压力开关动作特性对比

2）为避免与 R—12 混淆，故其接口尺寸由英制改为米制。

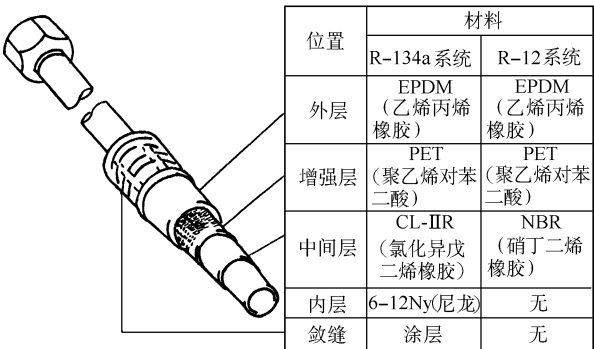
3）本体由铁质改为铝质，提高其耐蚀性能。

4）O 形密封圈材质由 NBR 变成 HNBR。

6.7　管路总成

因为 R—134a 的分子直径比 R—12 小，对橡胶的渗透能力更强；另外 R—134a 对橡胶的溶解性亦较大，将使原来用的橡胶管膨胀、发泡，所以不能采用 R—12 用的三层结构的 NBR，而必须采用带尼龙内层的 HNBR，如图 2-36 所示。

另外，R—12 和 R—134a 系统的管道连接部分的密封形式也不同，R—12 管道 O 形密封圈采用端面密封，而 R—134a 管道 O 形密封圈则采用径向密封，如图 2-37 所示。



位置	材料	
	R-134a系统	R-12系统
外层	EPDM（乙烯丙烯橡胶）	EPDM（乙烯丙烯橡胶）
增强层	PET（聚乙烯对苯二酸）	PET（聚乙烯对苯二酸）
中间层	CL-IIR（氯化异戊二烯橡胶）	NBR（硝丁二烯橡胶）
内层	6-12Ny(尼龙)	无
敛缝	涂层	无

图 2-36　R—12 与 R—134a 橡胶管结构

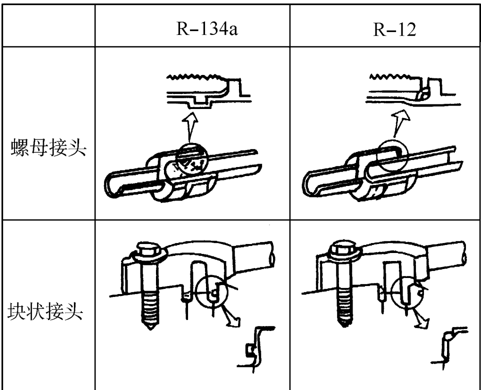


图 2-37　R—12 与 R—134a 管道连接结构

此外，管接头也全部由英制改为米制，如表 2-1 所示。

表 2-1　R—134a 和 R—12 管接头螺纹规格

管 道 名 称	R—134a	R—12
液体管道	M16 × 1.5	9/16″ - 18UNF
排出管道	M22 × 1.5	3/4″ - 16UNF
吸入管道	M24 × 1.5	7/8″ - 14UNF

6.8 制冷剂充注阀

为防止制冷剂的误充填，高低压充注阀均采用快换接头。

6.9 检测维修工具

由于 R—134a 不含氯元素，所以检测 R—12 用的卤素检漏仪和电子检漏仪对 R—134a 无效。

由于软管材料的不同、软管接头尺寸的不同及压力表头的不同，所以高低压力歧管表也要更改成专用的。

为防止真空泵中的矿物润滑油被吸入压缩机，真空泵上要加装一电磁阀。

第3章　汽车空调的布置

由于汽车种类不同，相应地与之相配的汽车空调系统也不一样。如轿车空调大多采用非独立式，其压缩机由主发动机驱动，空调系统各部件采取分散布置；而大客车空调大多采用独立式，其压缩机由专门配备的副发动机驱动，空调性能不受汽车行驶工况影响，其系统各部件有采取整体布置，也有采取分散布置，视汽车的结构形式而定。

1　汽车空调分类概述

1.1　按驱动方式分类

汽车空调根据驱动方式不同可分为独立式空调和非独立式空调。独立式空调就是配备专门的副发动机作为压缩机的动力源（如大客车空调），而非独立式空调是由汽车主发动机直接驱动压缩机（如轿车、小型客车空调，以及货车空调等）。

1. 独立式空调

单独用一个发动机带动空调压缩机，其制冷系统不受主发动机的影响。只有大型客车才有足够的空间安装独立式空调，在独立式空调系统中，压缩机转速基本不变，并可将压缩机与冷凝器做成一个通用性较好的机组，以便于设计选用。

1）优点：制冷量不受主发动机转速的影响，制冷系统对汽车的行驶也无影响，而且在汽车怠速行驶或停驶时，其制冷系统照样正常运行。

2）缺点：结构复杂，增加了整车的重量和布置难度。

2. 非独立式空调

由主发动机带动压缩机运转，并由电磁离合器进行控制。当接通电源时，离合器吸合，压缩机开始运转制冷；当断开电源时，离合器跳开，压缩机停机，从而调节冷气的供给，达到控制车室内温度的目的。

1）优点：结构简单、便于安装布置、噪声小。

2）缺点：需要消耗主发动机10%～15%的动力，直接影响汽车的加速性能和爬坡能力，同时其制冷量受汽车行驶速度影响，如果汽车停止运行，其空调系统也停止运行。

1.2　按功能分类

汽车空调经历了由低级到高级的发展过程。最先进入汽车的是暖风机，它主要是向乘客供暖以及为风窗玻璃内侧除霜。随着制冷技术的发展，冷风机也进入了汽车。

汽车空调按功能可分为冷暖分开型、冷暖合一型、全功能型。

1. 冷暖分开型

制冷和采暖系统各自分开，由两个完全独立的冷风机和暖风机所组成，各有各的送风机，控制系统也是完全分开的。制冷时完全是吸入车内空气，采暖时既可吸入车内空气，也可吸入车外新风，如图3-1所示。这种结构占用空间较多，主要用在早期的汽车空调中。

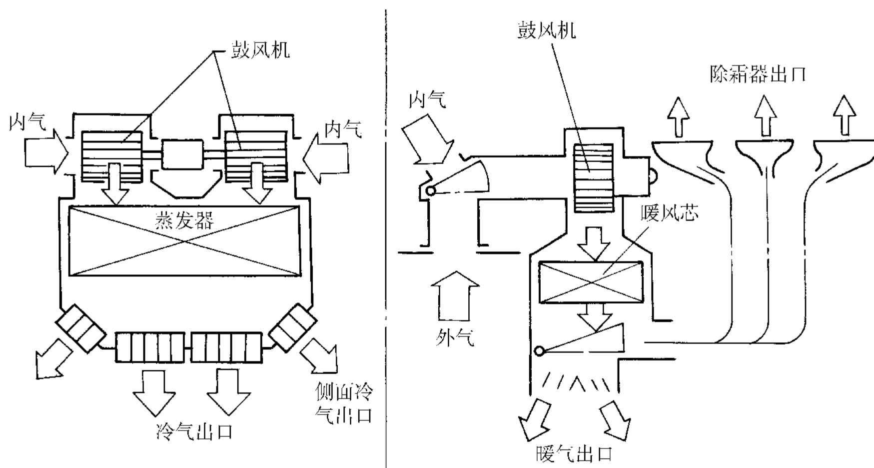


图3-1 冷暖分开型汽车空调

2. 冷暖合一型

在暖风机的基础上增加暖风芯和冷气出风口，但制冷和采暖各自分开，不能同时工作。目前，许多轿车（如桑塔纳轿车等）都还采用这种结构形式。此种形式虽然结构合一了，但供冷和采暖的功能仍然是分开的，如图3-2所示。

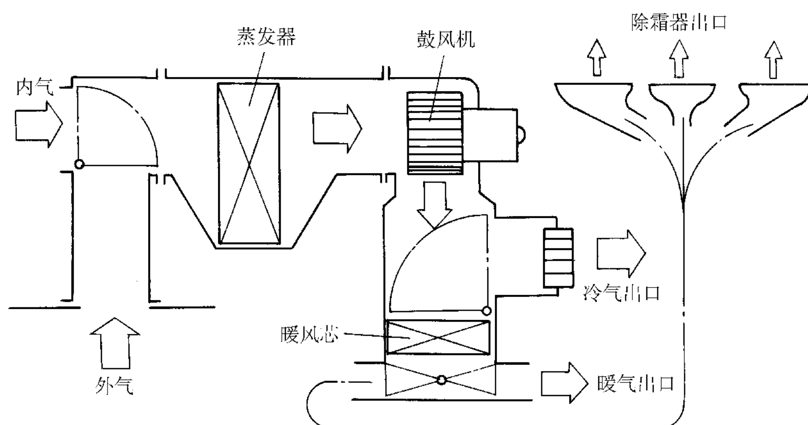


图3-2 冷暖合一型汽车空调

3. 全功能型

集制冷、除湿、采暖、通风、净化于一体，既可供冷气，又可供暖气，还可进行通风、除尘。

冷暖分开型和冷暖合一型的缺点是冷风机只能降温、除湿，不能调节送风的相对湿度。夏季，当车室内需要冷风时，风机抽入外界的湿热空气，经过蒸发器的冷却、除湿，变成冷

风送入车室内。然而，这种脱去冷凝水而吹出来的冷风，尽管绝对含湿量减少了，但相对湿度却在95%以上，这种冷而湿的风直接吹到乘员身上，并不舒适，因此必须设法在冷风吹出来之前降低其相对湿度。简单的办法就是将冷却除湿后的空气适当地再加热，北京切诺基吉普车就属这种类型，图3-3为其空气处理系统示意图。它是在蒸发器和加热器之间设置了一个可以连续调节的混合风门。从蒸发器流出来的空气可以随混合风门的开闭，部分或全部通过加热器。流过加热器和不流过加热器的空气在空调器内先混合，再经风门送出，夏季，可以通过调节混合风门的开度来调节冷湿空气的再加热程度；冬季，可通过调节混合风门的开度调节暖风的温度。混合风门的设置大大改善了对空气相对湿度的调节能力。

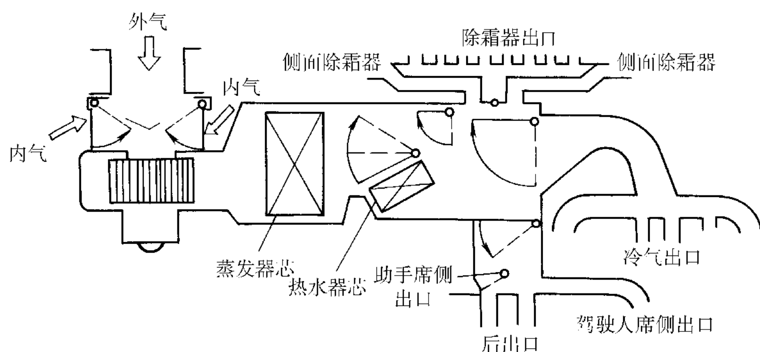


图3-3 全功能型汽车空调空气处理系统示意图

1.3 按送风方式分类

汽车空调按送风方式不同可分为直吹式和风道式。

1. 直吹式

冷气或暖气直接从空调器送风面板吹出，其结构简单，阻力损失小，但送风均匀性差。一般轿车、中小型客车及货车空调常采用此种送风方式。

2. 风道式

它是将空调器处理后的空气用风机送到塑料风道，再由车厢顶部或座位下的各风口、风阀送至车内。此种方式送风较均匀，冷气或暖气可送到所需要的部位（如人体头部、脚部等），但结构较复杂，风道阻力增加，同时风机所耗功率要加大，主要用在一些大型客车空调上。

风道式又可分为两侧送风道和中央送风道两种。两侧风道布置在车顶转角处，一般不占用车内有效空间，对乘客行走影响不大，但要求车窗框离车顶有一定距离。中央送风道的优缺点正好与其相反，为不影响乘客行走，风道必须做得很扁，同时车厢顶要设计得较高一些。

1.4 按结构形式分类

汽车空调按结构形式可分为整体式空调、分体式空调以及分散式空调。

1. 整体式空调

它是将副发动机、压缩机、冷凝器、蒸发器通过传送带、管道连接成一个整体，安装在

一个专用机架上，构成一个独立总成，由副发动机带动，通过车内送风管将冷风送入车室内。

2. 分体式空调

它是将压缩机、冷凝器、蒸发器以及独立式空调的副发动机部分或全部分开布置，用管道连接成一个制冷系统。

3. 分散式空调

将蒸发器、冷凝器、压缩机等各部件分散安装在汽车各个部位，并用管道相连接。轿车中、小型客车及货车都采用这种结构型式。

2 小型车辆汽车空调的布置方式

小型车辆一般是指轿车、小型客车。由于空间限制，它们常常采用直联方式驱动压缩机。轿车空调布置如图 3-4 所示。整个装置布置在轿车车头主发动机侧面。压缩机 4 通过主发动机 11 由 V 带（未注出）带动，系统直联式驱动。冷凝器 5 与散热器 1 安装于主发动机 11 之前。冷凝器和散热器由风扇 3 进行风冷。这样轿车行驶时，迎风会增加冷却效果。冷却机组——蒸发器和蒸发器冷却风扇（未注出）布置在操纵面下方，冷风经由蒸发器 9、冷风送风格栅 12 吹入车厢内。采暖时，制冷系统停止运行，热水通过热水阀 7 进入热交换器，用风扇（与蒸发器共用）将吸热后升温的外界空气从热风送风格栅 13 进入车厢内供暖。储液干燥过滤器 6 和自动感温调节制冷剂流量的膨胀阀 8 的安装和管道连接情况图中均已示出。其原则是安装时管道应尽量短，调试维修方便。管道长一方面使流动阻力增加，另一方面使功耗增大。

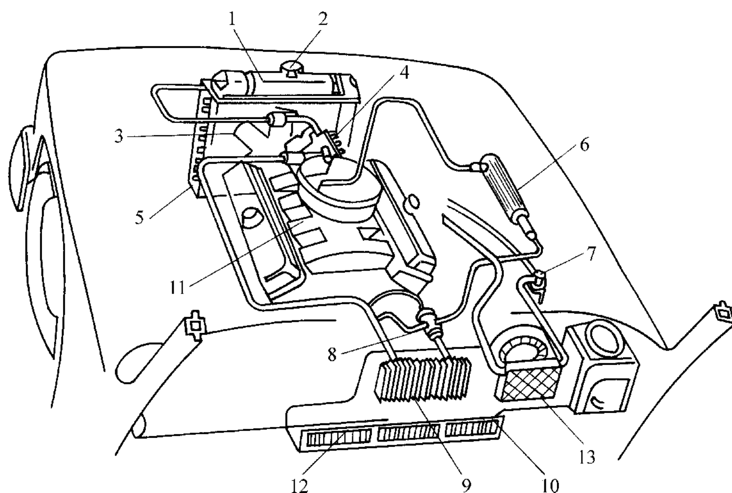


图 3-4 一般轿车空调布置

1—散热器 2—散热器盖 3—风扇 4—压缩机 5—冷凝器 6—储液干燥过滤器 7—热水阀 8—膨胀阀 9—蒸发器 10—驾驶室 11—主发动机 12—冷风送风格栅 13—热风送风格栅

直联式布置的小型车辆上，压缩机由主发动机带动，为了避免影响主发动机怠速稳定性和汽车加速性能，这类车用的压缩机均采用电磁离合器，这样遇到紧急情况时会自动分离。

这类车的空调装置配置的冷凝器大部分都装在主发动机之前，因此散热器散热的效果会受到影响，散热器内的冷却液易沸腾。所以配置时应考虑二者之间的距离，且冷凝器护风圈的间隙亦要小，以防止风量的损失。目前，已采用了在冷凝器前增设风扇的方式，这样除增大风量外，还使冷凝器的冷却不受汽车行驶速度的影响。它的驱动电源由蓄电池供电，一般冷凝器采用竖装。

制冷机组一般安装在驾驶室内。这就要设法降低蒸发器和风机出口的阻力，以减少风量损失和降低噪声。小型汽车空调的膨胀阀在出厂之前已调试完毕，一般情况下，勿需再行调整。阀安装在蒸发器进口处。空调的管道通常采用高压气液通用软管和低压气液通用软管。除考虑防振外，另外亦便于安装布置。如图 3-5 所示，为美国通用汽车公司的汽车空调系统。压缩机进出气管道均采用软管。从储液干燥过滤器至膨胀阀采用的是高压液体软管，从压力控制阀到蒸发器则采用的是低压气体软管。从图中可看出，冷凝器是竖直装在散热器前，储液干燥过滤器采用了筒形装置。上部装有制冷剂视液镜，该空调还配有消声器，压缩机装有电磁离合器，以及控制蒸发器压力的 POA 阀。

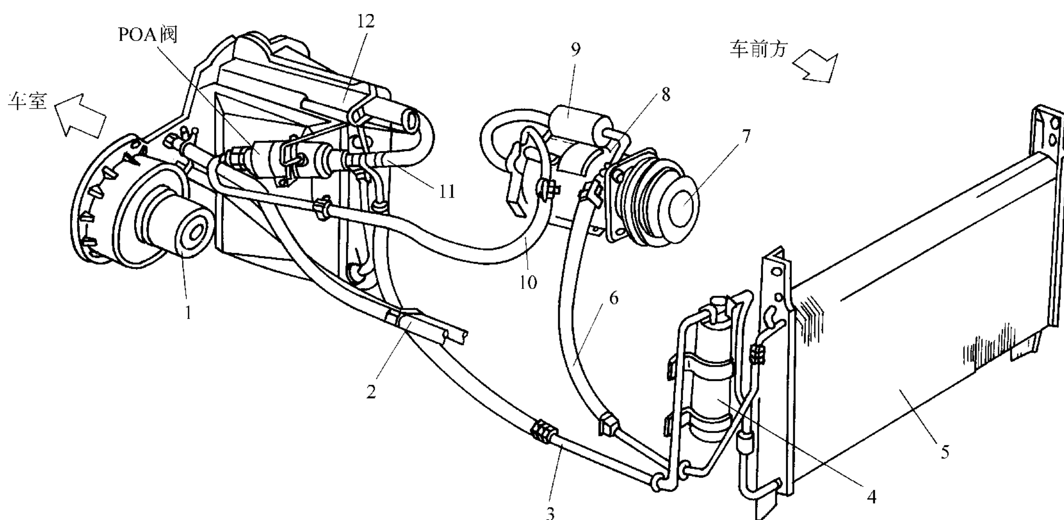


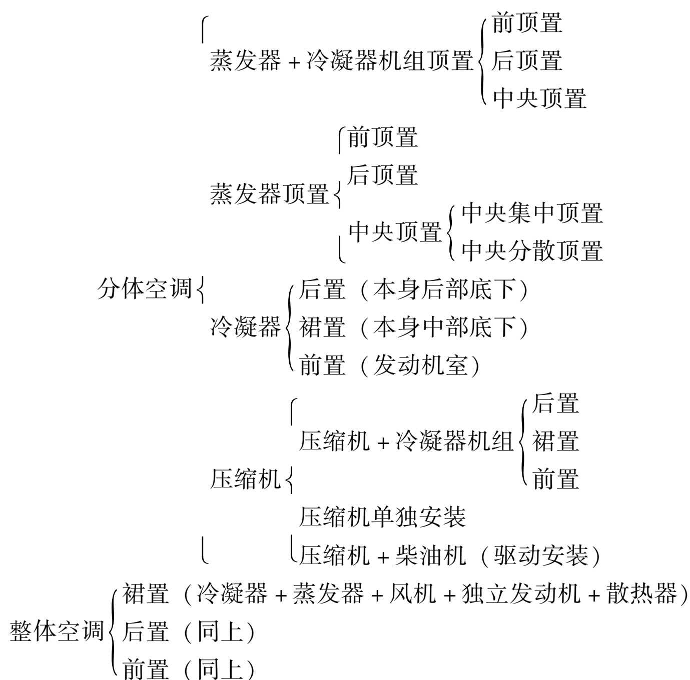
图 3-5 通用汽车公司采用的汽车空调系统

1—鼓风机 2—加热器软管 3—高压液体管路 4—储液干燥过滤器
5—冷凝器 6—高压气体管路 7—电磁离合器 8—压缩机 9—消声器
10—低压气体管路 11—膨胀阀 12—蒸发器

3 大中型车辆汽车空调的布置方式

大中型车一般是指中巴车、大客车、旅游车、公共汽车等。它们的压缩机驱动方式既有直联式驱动，又有独立式驱动。一般来说以后者为主。

大中型汽车空调的布置远比小型车复杂，且大中型汽车空调的种类也较小型车多得多。大中型汽车空调装置按蒸发器＋冷凝器机组、蒸发器单独布置、冷凝器单独布置以及压缩机与冷凝器组合而分为如下形式。



3.1 分体式汽车空调的布置方式

由前述已知分体式空调种类多样，布置多样，下面便分别予以介绍。

蒸发器＋冷凝器机组后顶置式分体式空调车如图 3-6 所示，这种分体顶置空调的布置是将蒸发器＋冷凝器机组置于车顶。鼓风机和由蒸发器＋冷凝器机组构成的热交换系统都是纵向排列，这样使车厢内通道中的空气分配均匀。顶置系统的外罩采用玻璃纤维增强塑料制成，有耐腐蚀功能。这类机组可以适应多种车型。且由于该类空调系统的空气动力特性和扁平结构形状还能节省燃油消耗。如果采用独立式驱动装置，系统中管道可与独立式驱动压缩机相联，若采用直联式，可与直联驱动的压缩机相联。图 3-7 所示为蒸发器中央分散顶置式空调，图中压缩机 7 由直联式主发动机 3 驱动，蒸发器 1、2 分布中央为顶置式。压缩机 7 的排气进入冷凝器 5 经过冷凝后再进入冷凝器 4 冷凝，高压液体流入储液器经节流后分别进入蒸发器 1、2 由出风口 6 吹出冷风到车厢内。

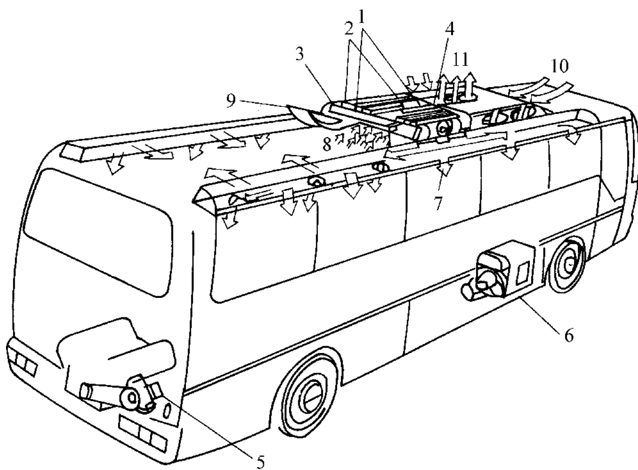


图 3-6 蒸发器＋冷凝器机组后顶置式分体式空调车

1—鼓风机 2—挡板 3—冷凝器装置 4—冷凝器风扇 5—直联式驱动的压缩机 6—独立式驱动压缩机装置 7—滤清空气进行通风 8—回风 9—室外空气进入 10—冷凝器进气 11—冷凝器出气

分体顶置空调的种类繁多，下面分别加以叙述。

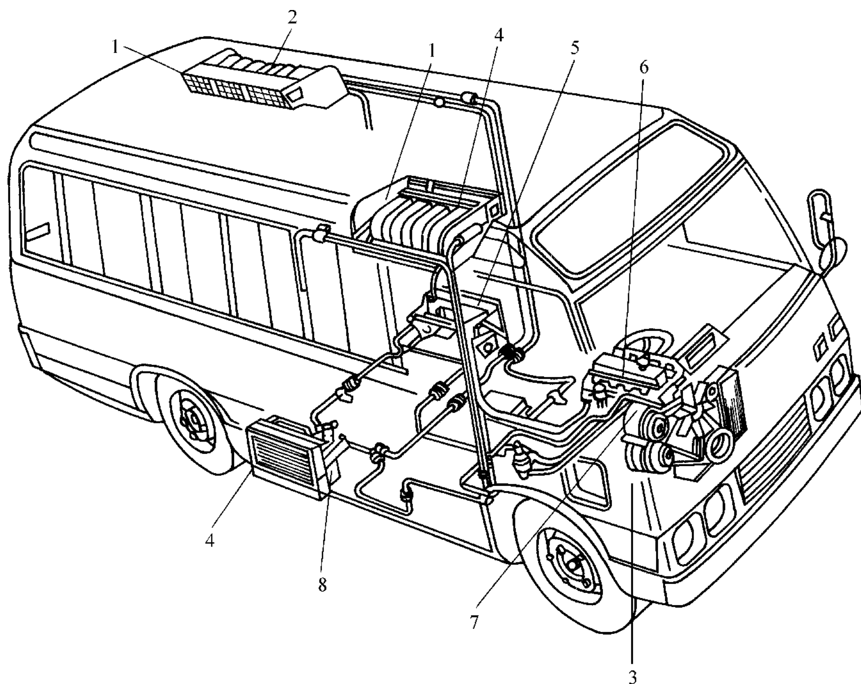


图3-7　中央分散顶置式

1、2—蒸发器　3—主发动机　4、5—冷凝器　6—出风口　7—压缩机　8—冷凝器风扇

1）蒸发器+冷凝器机组顶置式分体空调车布置方式：机组均为中央顶置。第一种方式空调车的压缩机为直联式，独立安装。分为后置、前置两类，空调车为独立式驱动。压缩机+独立式发动机组成了独立式驱动系统，且均为裙置。

2）蒸发器顶置式分体空调车布置方式：第一种方式为车前、后顶置四个蒸发器，冷凝器裙置，它们的驱动方式又分为直联式压缩机后置驱动和独立式驱动裙置二类。第二种方式为双层空调车，顶置四个蒸发器，中层布置两个蒸发器，共六个蒸发器。它们的冷凝器均后置中层。它们的驱动方式又分为直联式，压缩机后置和独立式驱动装置，后置中层两类。第三种方式为中央顶置，两个大容量蒸发器，冷凝器。它们的驱动方式分为直联式，压缩机后置和独立动装置。压缩机+独立发动机后裙置两类。第三种方式为蒸发器是采用四个小容量中央顶置分散布置。冷凝器均为裙置，它们的驱动方式又分为直联式压缩机后置和独立驱动式裙置两类。

3）单、双层空调车，蒸发器中央分散顶置、蒸发器中层布置方式：第一种方式为蒸发器中央分散顶置，前后各布置二个，共四个蒸发器。冷凝器均为裙置。驱动方式为直联式驱动。压缩机后置和独立式驱动。压缩机+独立发动机组成驱动装置，裙置布置两类。第二种方式为双层空调车。每种车布置六个蒸发器，顶置中央分散布置四个，中层布置二个，置于前面，冷凝器均为后置，驱动方式为直联式，驱动压缩机后置和独立式驱动，中层后置两类。

4）蒸发器和蒸发器+冷凝器机组后置：顶置分体式空调的车内布置方式。第一种方式为蒸发器+冷凝器机组安装在车身后部，驱动方式为压缩机后置和独立驱动装置裙置两类。

第二种方式为蒸发器+冷凝器机组后顶置布置，驱动方式有压缩机后置、直联式驱动和独立式驱动裙置两类。第三种方式为冷凝器和驱动装置均为裙置。该类型分体空调装置安装方便，且重量轻。压缩机分直联和独立驱动两类，分别为后置和裙置。

5）双层车分体空调的布置：该类空调主要以蒸发器+冷凝器机组形式安装于中层，后置。蒸发器、冷凝器是竖置，充分考虑了空间容积及换气的需要，性能良好。中层布置使维修检查容易。独立式驱动装置有底部裙置和中层后置，以空间容积占据多少为基础进行布置的。

3.2 整体式汽车空调的布置方式

所谓整体式空调是指压缩机、冷凝器、蒸发器，以及独立式发动机通过V带、管道连接组成一体，将冷风通过风道送入车厢内的系统。空调如图3-8所示，散热器8是为冷却独立发动机7而配置的。将室内吸有余热余湿的空气作为回风，经蒸发器6冷却后，由蒸发器风机2通过风道，经由车厢内地板下进入车厢。为了补充新鲜空气，应将新回风混合，并按卫生标准送入新鲜空气。整体空调在整车布置中有裙置、后置和前置三类。它们用风道与车厢连通，整体空调装置布置在裙部时，装置通过两端安装。

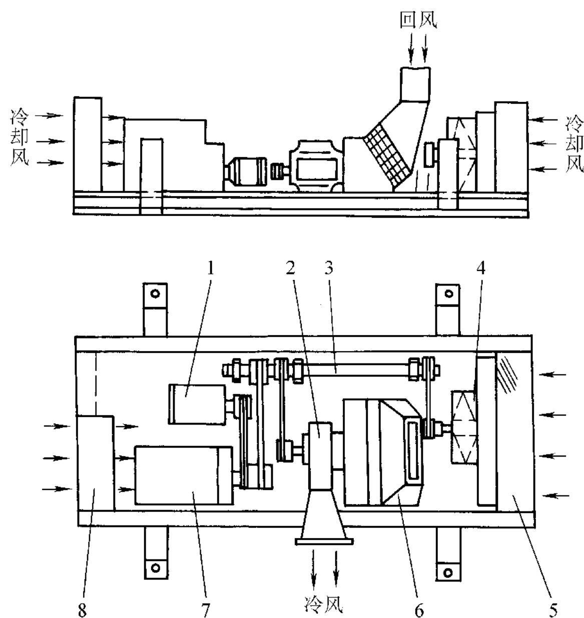


图3-8 整体空调装置

1—压缩机 2—蒸发器风机 3—传动轴 4—冷凝器风机 5—冷凝器 6—蒸发器 7—独立发动机 8—散热器

4 豪华型客车空调的布置方式

就豪华客车而言，它的汽车空调系统应具有多功能。以满足这类车的各种要求。它除了能满足车厢内制冷、采暖、换气、除霜外，并能全自动进行室温的调节，图3-9所示为一高级高速客车的空调布置。

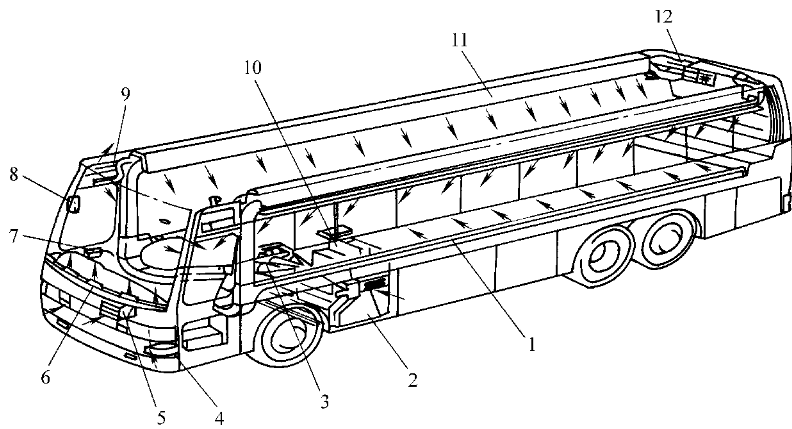


图 3-9　高级高速客车空调布置

1—暖气管　2—空调　3—预热器　4—踏板通风　5—防霜器　6—防霜器导管
7—操纵板　8—传感器　9—前侧通风　10—控制箱　11—冷气管　12—后部通风

第二篇

汽车空调的系统调节与控制



由于汽车空调系统是在汽车高速运行下工作，制冷系统的压缩机运行时提供最高量值的制冷剂进行制冷。制冷剂经过冷凝器、膨胀阀，直到蒸发器蒸发吸热，这时空气中的相对湿度随蒸发器的温度降低而增加，在翅片上相对湿度可达 100%。若翅片的表面温度在 0℃以下，水会冻结，随着时间的延长，冰层会增厚，堵塞了蒸发器表面的空气通路，便会造成蒸发器内的制冷剂因得不到周围空气的热量而无法蒸发，以致使到压缩机内的制冷剂仍为液态，使压缩机受到“液击”而损坏。

防止蒸发器不冻结，是汽车空调必备和特有的功能。事实上防止蒸发器冻结，关键是控制蒸发器的温度。因此汽车空调制冷系统的控制，实质上便是蒸发器温度的控制。目前，蒸发器的控制主要有以下两种方法：控制其表面温度和控制制冷剂蒸发压力。这两种方法均是通过膨胀阀和蒸发器控制阀、恒温器来实现的。因此，汽车空调制冷系统可以分为离合器循环控制系统和蒸发器压力控制系统，或介于二者之间的系统。

对于汽车空调而言，仅仅能制冷是不完全的，所以现代汽车空调一般都具有冷暖两种功能。对汽车空调的加热系统，需要它能达到如下几个目的：

1）能全年地对车内的空气进行调节，通过冷热风的调合，达到人所能感受的舒适性温度。

2）冬天取暖，即在冬天提高车厢内温度达到舒适性的目的。

3）车上玻璃除霜，由于冬春两季室内外温差大，车上玻璃会结霜或起雾，影响行车安全，这样可用热风来除霜。

鉴于以上的原因，必须采用对热源水气的温度控制来满足上述要求。应用汽车空调的根本目的，是在高速运行汽车外不断变化的大气环境下，保持车内的温度、湿度在人体感受的舒适性范围内，还要保证输入车内空气新鲜，为此必须配置一整套温度控制、送风量控制等控制系统，以对通过制冷和加热后的空气重新进行温度的调节、输送和配送。另外，由于汽车空调采用动力装置的特殊性，所以装置了空调系统的汽车，尤其是非独立空调系统，需要消耗发动机的动力和电源，这样会影响发动机的动力性、经济性和动力性能，为了保证汽车工况不受空调运行影响，必须装置汽车工况运行装置，以及制冷系统的安全保护装置。

第 4 章　汽车空调制冷系统的温度控制

1　概述

对于一般非独立式汽车空调，当汽车高速行驶时，压缩机相应供给最大量制冷剂，该制冷剂经过相应组件，输送到蒸发器进行蒸发吸热，此时在蒸发器周围空气中的相对湿度随蒸发器温度的降低而增加，在蒸发器翅片上的相对湿度可达 100%。这时若翅片的表面温度又降至 0℃以下时，翅片表面凝结的水将发生冻结，且随着时间的延长，空气中在翅片上的凝结水的增加，冻结的冰层将加厚，直至堵塞蒸发器的空气通路。这样由于冰层布满蒸发器表面，使得它内部的制冷剂因不能吸收周围空气的热量得到蒸发，这种液态的制冷剂送至压缩机，将使压缩机发生“液击”而受到损坏。

防止蒸发器不冻结，是汽车空调必须具备的功能。采用对蒸发器温度加以控制便能达到不冻结的目的。一般蒸发器温度的控制有两大类：一类为控制蒸发器表面温度，另一类为控制制冷剂的蒸发压力。它们都是通过膨胀阀、蒸发器压力控制阀或恒温器来实现上述目的。所以根据蒸发器控制温度的配置不同，汽车空调制冷系统可以分为离合器循环控制系统，蒸发器压力控制系统，以及介于二者之间的一些系统。对于配备独立式汽车空调的大型客车之类的汽车，由于独立式空调制冷系统采用辅助发动机的动力来供给制冷系统所需动力。所以制冷量不受车速影响，车内温度稳定，即使停车时照样可以供冷，所以这类制冷系统与前者有所不同。下面便分类将这些系统一一进行介绍。

2　恒温器控制的离合器制冷循环系统

所谓恒温器控制的离合器制冷循环系统，就是通过将恒温器设定在预定的温度范围，切断或接通电磁阀，使压缩机处于通—断循环状态的一种控制系统。该系统一般使用在经济型中级轿车上，货车空调基本也都使用这一系统。离合器制冷循环系统根据使用膨胀阀的不同，包括如下几种制冷系统。

2.1　恒温器内平衡膨胀阀控制的制冷循环

2.1.1　内平衡膨胀阀系统的工作原理

图 4-1 是内平衡膨胀阀系统的工作原理图，首先压缩机将制冷剂压缩成高压蒸气，然后

将它输送到冷凝器中进行冷却。在这个过程中，制冷剂将热量传递给环境后液化，在储液干燥器经过过滤、脱水后再被送至内平衡膨胀阀内，节流降压后送到蒸发器蒸发、吸热。蒸发后的制冷剂低压蒸气被压缩机吸进后再度压缩，便进入了下一个循环。

当蒸发器的温度比较高时，内平衡膨胀阀的节流孔相应开度较大，便可运送较多制冷剂到蒸发器，这样制冷量就增大。当蒸发器温度较低时，内平衡膨胀阀输送到蒸发器的制冷剂便减少，蒸发器的制冷量就减小。但在蒸发器的温度下降到0℃以下，吹出的冷风也在0～4℃时，恒温器便会自动切断离合器的电磁线圈回路中的电流，压缩机就停止运行，这样便可防止蒸发器发生冻结。结果就会导致蒸发器温度回升，但当温度升高到恒温开关设定的温度时，恒温器便会自动接合。离合器的电磁线圈又通电，压缩机又开始运行，蒸发器又进行供冷，内平衡膨胀阀系统便是这样通过恒温器和内平衡膨胀阀的开度变化来控制蒸发器的温度，保证制冷系统的正常工作。

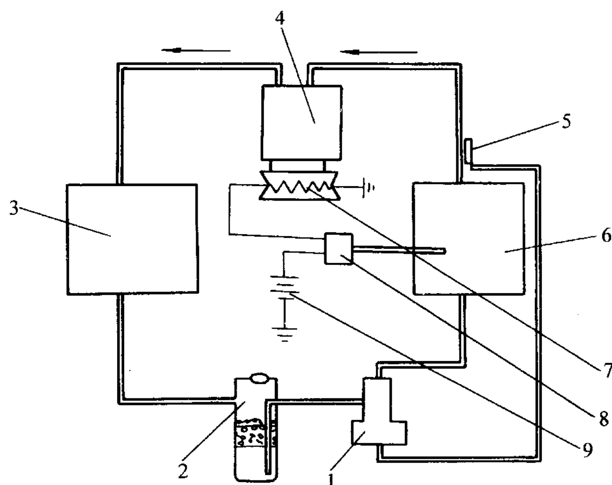


图4-1　内平衡膨胀阀系统

1—内平衡膨胀阀　2—储液干燥器　3—冷凝器　4—压缩机
5—毛细管感温包　6—蒸发器　7—电磁线圈
8—恒温器　9—蓄电池

2.1.2　恒温器的结构和工作原理

恒温器的结构如图4-2所示。主要由感温系统、调温装置和触头开关三部分组成。

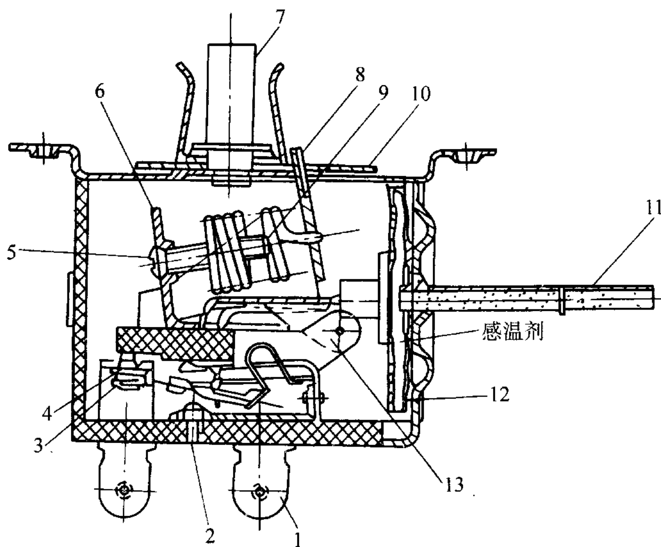


图4-2　恒温器结构

1—接线柱　2—温差调节螺钉　3—动触头　4—静触头　5—调温螺钉　6—固定架　7—调温轴
8—控温板　9—主弹簧　10—调温凸轮　11—毛细管　12—膜盒　13—杠杆

感温系统由毛细管和波纹管（或波纹膜盒）两部分构成，里面充注感温剂，汽车空调一般是充制冷剂。

感温毛细管的一端用钢丝固定在蒸发器翅片之间，以感受其表面通道的空气温度。它的主要功能是通过内部工质的温度变化，导致感温系统内的工质压力发生变化，从而使波纹管伸长或缩短。在端面弹簧力的作用下，压力与温度变化也成正比关系。这样，波纹管的位移在温度控制范围内的变化也成正比关系。

调温装置由凸轮、转轴、调节螺钉几部分组成。功能是能在温度控制范围内，从最低温度到最高温度的范围内动作。恒温器触头开关的断开点是随调节轴调定的位置变化而改变，触头的闭合点基本上与断开点的位置相平行，通断重合的原因是由于控制机构的间隙，以及动作的机械惰性所致。

触头开关主要由触头、弹簧、杠杆几部分组成。功能是执行由控制机构传来的动作信号，通过触头的通、断来接通或断开电磁离合器的电路。

这种恒温器的优点是工作可靠，寿命长，价格便宜，不怕振动，所以特别适于汽车空调和家用空调等的需要。其工作原理见图 4-3。图中触头位置是断开位置，压缩机停止运行。这时蒸发器表面温度逐渐升高。与此同时，毛细管内工质温度也随之升高，管内压力逐步增大。波纹膜盒受压伸长，带动了杠杆向左运动，触头随之向上运动。当离合器电路接通时，压缩机开始运行。

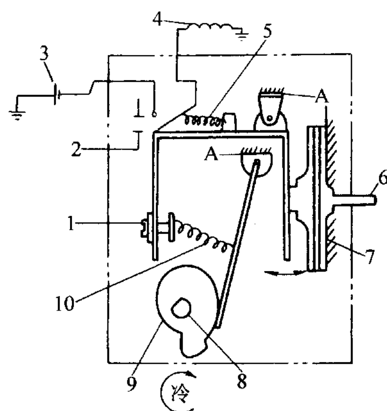


图 4-3　恒温器工作原理
1—调温螺钉　2—触头　3—蓄电池　4—离合器
5—快跳弹簧　6—毛细管　7—波纹膜盒
8—轴　9—凸轮　10—调节弹簧

当压缩机运行后，蒸发器表面温度开始下降，毛细管内的工质温度亦下降，波纹膜盒收缩，带动杠杆向右运动。在弹簧力作用下拉开活动触点，离合器电路断开，压缩机停止运行。这样由于恒温器的通断控制作用，离合器便不断地循环开合，通过蒸发器表面的空气温度便保持在一定的范围内。控制温度的高低，可以通过调节凸轮的位置和调节弹簧的作用力来实现。

2.1.3　内平衡膨胀阀的结构与工作原理

内平衡膨胀阀的结构如图 4-4 所示。它由调节机构、感温系统和节流孔几部分组成。节流孔的功能是将制冷剂节流后降压，以便蒸发器低温吸热。孔径一般为 1 ~ 3mm，调节机构由阀体、阀座、顶杆、弹簧等几部分组成，感温系统则由金属膜片、毛细管、感温包所组成，金属膜片、毛细管和感温包内部均充满感温工质（一般充注制冷剂），由它来推动膜片上下运动，带动顶杆推动阀芯运动，使孔口的开度发生变化，以控制制冷剂的流量大小。

其作用原理如下：金属膜片受到三个力的作用。上表面受到感温包内的制冷剂蒸气的压力，此力产生向下的推力，欲打开阀芯，使制冷剂流量增大。下表面受到蒸发压力（即节流后的液体压力）和弹簧力，力图关闭孔口。当感温包紧贴在蒸发器出口时，由于感应到

蒸发器的温度比较高，这样感温系统的内腔压力便会增大，克服弹簧力和蒸发压力的作用，使阀芯下移，孔口开度增大，制冷剂流量增大，蒸发器制冷量增加。结果导致蒸发压力下降，弹簧压力增大，三个力在新平衡条件下达到新的平衡。反之，感温包感应到蒸发器出口的温度低，因膜片上表面的制冷剂压力变小，阀芯上移，制冷剂的流量减少，使蒸发器制冷量相应减少。

节流后的压力是通过内平衡孔进入膜片下表面的，这个压力其实不是蒸发器出口压力，而是节流后的压力，它比蒸发器出口的压力略大。相对外平衡阀来说，这种阀被称为内平衡膨胀阀。

当汽车空调不工作时，由于感温包的压力增加比蒸发器增加快，故阀芯开始时是打开阀口的。但是，随着时间的延长，蒸发器内温度增加，两者压力平衡，弹簧力使阀口关闭。所以，内平衡膨胀阀的阀口，在空调器不工作时，是保持关闭状态的，这样有利于保护压缩机在重新工作时不发生液击现象。

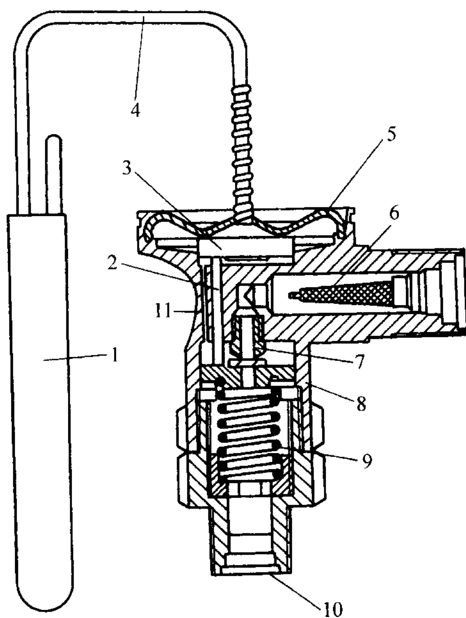


图 4-4　内平衡膨胀阀
1—感温包　2—顶杆　3—支承片　4—毛细管
5—金属膜片　6—滤网　7—孔口　8—阀芯
9—弹簧　10—出口　11—内平衡孔

内平衡膨胀阀可以保证供给车内最大制冷量时所需的制冷剂流量，一般说来这种制冷系统的制冷量都比较小，它为中级和经济型轿车、出租汽车、轻型货车所采用，也可为大多数原先没有空调的后装车所采用。内平衡膨胀阀系统的最大特点是简单、价廉、维修方便。

2.1.4　热敏电阻式温度控制器

随着热敏电阻的可靠性提高，汽车空调应用热敏电阻做温度控制器的也越来越多。这类温度控制器所用的感温元件是一支小圆片形的热敏电阻，它安装在蒸发器的出风口位置。由它检测到的电信号被输送到放大器进行放大，以控制继电器离合器的通断电路，其工作原理如下：热敏电阻随着温度的变化，其电阻有较大的变化。变化有两种：一种电阻具有负温度特性，即电阻随着温度的升高，阻值降低；另一种是正温度特性，即随温度升高，阻值也升高。

图 4-5 是热敏电阻温度控制电路原理图。热敏电阻应安装在蒸发器冷风出口处最能反映蒸发器表面温度的位置。热敏电阻在蒸发器温度较高时，电阻小，晶体管 VT_1 截止，造成基极和发射极电位升高，使 VT_2 导

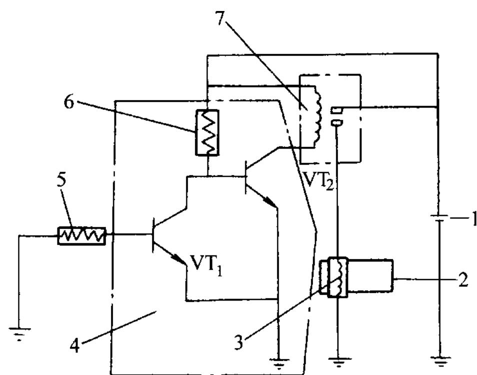


图 4-5　热敏电阻温度控制电路原理图
1—蓄电池　2—压缩机　3—电磁线圈　4—控制放大器
5—调温电阻　6—热敏电阻　7—继电器

通，则 VT_2 的集电极有电流通过，使继电器产生磁场，接通离合器电路，压缩机运行。反之，当蒸发器温度降到 0℃，热敏电阻使 VT_1 导通，VT_2 截止，离合器分开，压缩机不运行，这样保证蒸发器不结冰。

不同的汽车采用的热敏电阻值不同，其特性也不同，但控制温度的原理是一样的。关于上述电路的更详细介绍可参阅有关书籍。

2.2　恒温器 H 形膨胀阀控制的制冷系统

由于内平衡膨胀阀制冷系统需要用毛细管来感测蒸发器出口的温度高低的方法调节供应蒸发器的制冷剂流量，实际应用不太方便，特别是当毛细管比较长时。还有，毛细管是间接感测蒸发器出口温度的，所以内平衡膨胀阀控制精度受环境温度以及其他许多因素的影响，而采用 H 形膨胀阀制冷系统便解决了这一问题。

2.2.1　H 形膨胀阀制冷系统的工作原理

本系统是离合器制冷循环系统之一，它采用恒温器和 H 形膨胀阀共同完成制冷系统的循环通断运行，工作原理如图 4-6 所示。

压缩机首先将制冷剂压缩后输送到冷凝器冷却液化，经过储液干燥器后再进入 H 形膨胀阀，先进行节流减压，然后进入蒸发器蒸发吸热。制冷剂蒸发成气体后再次进入 H 形膨胀阀，从阀中出来后回到压缩机再循环。当蒸发器的温度过低时，感温器感测到后，恒温器切断离合器的电磁线圈电路，压缩机停止运行。温度升高后，恒温器又自动接通离合器电路，压缩机又开始运行了。由此可见 H 形膨胀阀同内平衡膨胀阀一样，能够根据蒸发气体的温度来自动调节供给蒸发器的制冷剂量。

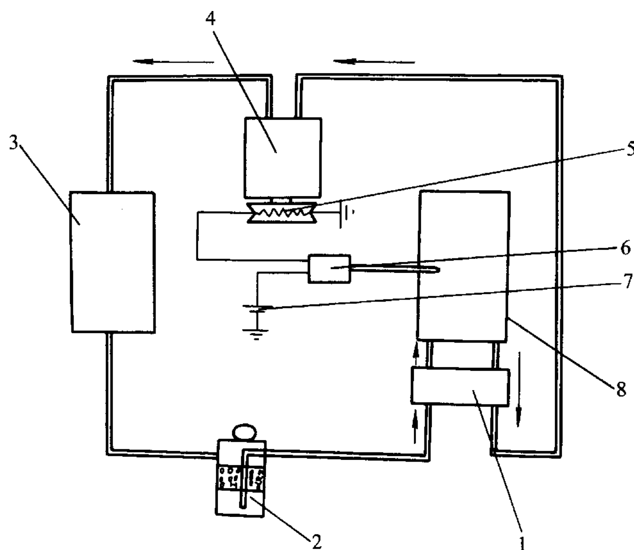


图 4-6　H 形膨胀阀制冷系统

1—H 形膨胀阀　2—储液干燥器　3—冷凝器　4—压缩机
5—电磁线圈　6—恒温器　7—蓄电池　8—蒸发器

H 形膨胀阀制冷系统目前已为许多著名的汽车厂家所采用，例如北京切诺基吉普车、奔驰 230E 型汽车、克莱斯勒汽车等。

2.2.2　H 形膨胀阀的构造及工作原理

H 形膨胀阀是因为它的内部通路像字母 H 而得名，见图 4-7。在一个方形阀体端面，右方进液管与储液干燥器相连，左方出气管与压缩机进气孔相连。阀体的另一端与标准蒸发器的进液接口和出气口相接近。整个阀体可以在蒸发器上固定。

从图上可以看出，在高压液体进口和出口之间，有一个球阀控制的节流孔，节流孔的开

度大小由弹簧和感温器控制。感温包内部的制冷剂直接感受从蒸发器出来的蒸气温度，以控制杆下部球阀的上下运动，并与弹簧一起控制流量的大小。当蒸发器的温度高，则感温包内制冷剂压力增大，克服弹簧压力，球阀开度增大，制冷剂流量增加，制冷量增大。反之亦然。克莱斯勒公司把低压开关、恒温器一起装在H形膨胀阀上。

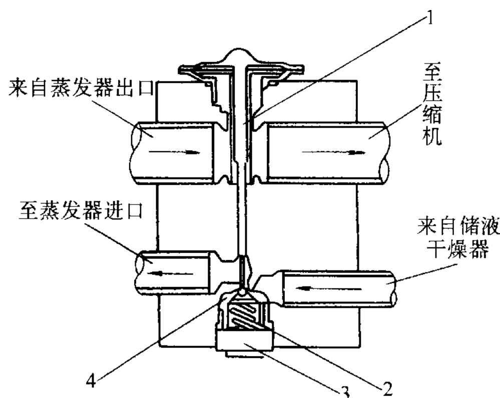


图4-7 H形膨胀阀
1—感温器 2—弹簧 3—调整螺柱 4—球阀

H形膨胀阀制冷系统，能够在系统工作时调节蒸发器的过热度，即在工作时将压缩机调到并稳定在200r/min，利用压力表首先测定其低压端压力。拧动调整螺栓，调至使其低压蒸气压力比对应的饱和温度高出3℃的压力低即可。例如，要求最低的蒸发压力为0.27MPa（表压0.17MPa）。

2.2.3 H形膨胀阀制冷系统的优点

1）简单。不需要绝热处理的毛细管感温包系统。结构也很紧凑（因它直接将恒温器、压力保护开关安装在一起）。

2）可靠性高。因H形膨胀阀直接安装在蒸发器上，接头少，所以不怕汽车的振动，运行故障少。

3）维修调试方便。

2.3 恒温器孔管（CCOT）控制的制冷系统

孔管（CCOT）制冷系统是离合器制冷循环系统的一种。1974年由美国通用汽车公司发明，以用来代替较复杂的膨胀阀，目前已得到广泛的应用。另一方面由于传统的制冷剂R—12是氯氟烷中的一种。这样，当R—12在充注过程中溢出或从制冷系统泄漏时，其中的氯原子会升至大气层破坏臭氧层，从而使阳光中的紫外线直接辐射大地，于人类的生存不利。所以新型不污染环境的制冷剂R—134a已在CCOT制冷系统中得到广泛应用。CCOT系统是英文Cycling Clutch Orifile Tube的缩写。

2.3.1 孔管（CCOT）的工作原理

孔管（CCOT）制冷系统用恒温器来控制离合器的电路，控制压缩机的运行，控制蒸发器的温度，防止其发生冰堵的现象。

本系统最大的特点是用节流孔管取代了复杂的膨胀阀，用液气分离干燥器取代了储液器，所以结构很简单。CCOT系统工作原理如图4-8所示。

制冷剂R—134a经压缩成高压，在冷凝器里液化成高压液体后，经过孔管的节流降压作用，又变为低压的R—134a在蒸发器内吸热蒸发成气体。由于孔管不具备调节液体流量的功能，所以当压缩机高速运转时，蒸发器有可能蒸发不彻底，在其出口出现液态制冷剂。为了避免压缩机发生“液击”损坏，所以蒸发器出口处安装一个液气分离干燥器，多余的

液态制冷剂在此再蒸发成气体，送到压缩机进行压缩。在液气分离干燥器出口处，设置了一个溢油孔，目的是将分离器里从制冷剂中分离出的冷冻润滑油从溢油孔送回压缩机。

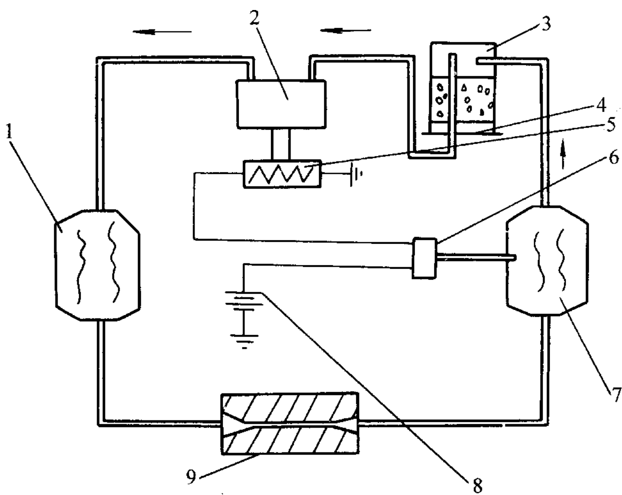


图4-8　CCOT制冷系统

1—冷凝器　2—压缩机　3—液气分离干燥器　4—溢油孔　5—电磁离合器　6—恒温控制器　7—蒸发器　8—蓄电池　9—孔管

2.3.2　孔管的构造和工作原理

孔管的构造很简单，在一根工程塑料管的中间装置了一条节流用的铜管，铜管的内孔孔径为$\phi3\sim5$mm，塑料管两端装有金属过滤网。塑料外表面有密封用O形橡胶密封圈，一端插进蒸发器，一端插进从冷凝器来的橡胶管，其结构如图4-9所示。由于孔管没有运动件，所以结构简单，不易损坏，唯有滤网会发生堵塞，这时只需拆下来，换上一个新的孔管即可。

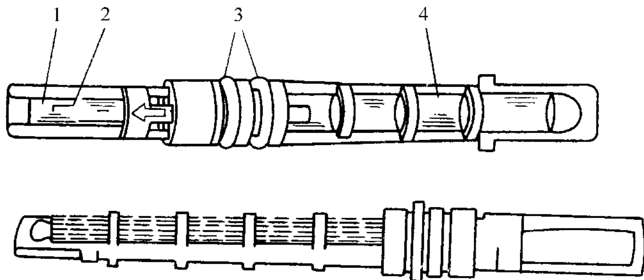


图4-9　孔管

1—出口　2—孔口　3—密封圈　4—进口滤网

2.3.3　液气分离干燥器

孔管（CCOT）制冷系统的蒸发器出口一定要安装液气分离干燥器（这也是CCOT系统和其他制冷系统的最大区别）。液气分离干燥器的结构如图4-10所示。

液气分离干燥器的功能除了干燥、过滤制冷剂外，主要功能有如下两个：一是为了防止蒸发器未蒸发的R—134a进入压缩机。从蒸发器出来的未蒸发的R—134a在液气分离干燥器再次蒸发后才进入压缩机。二是压缩机停止运行时，由于孔管不能关死，则让高压侧的液态R—134a产生液击，损坏压缩机。所以只有在低压端设置一个体积比较大的液气分离器，将高压端流过来的液态制冷剂储存起来，不让其流至压缩机，这样才能做到压缩机重新起动又容易，又不会使压缩机发生液击现象。而装在分离器里的液态制冷剂在压缩机起动后会再蒸发。由于CCOT制冷系统设置了液气分离器，使压缩机起动容

易，这是 CCOT 系统节能的根本原因。据有关资料报道，CCOT 系统比其他离合器循环制冷系统一般节能 15%，而比蒸发器控制的制冷系统节能则达 30%。由于压缩机重新起动容易，离合器的寿命和压缩机的寿命均延长一倍以上。另外由于起动转矩小，压缩机损耗可以更加降低。

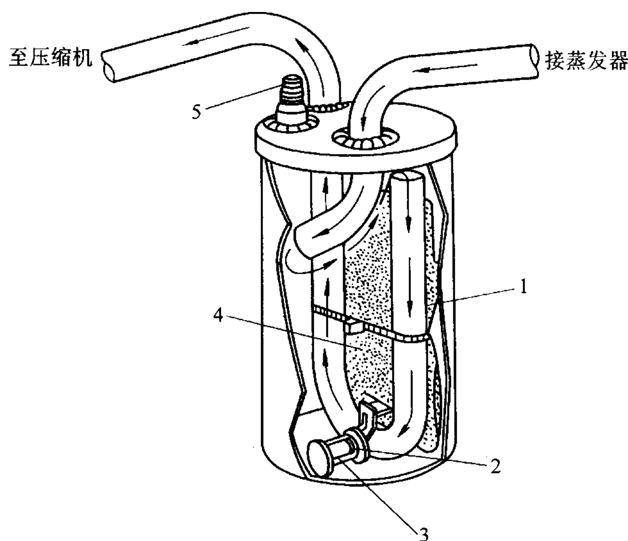


图 4-10 液气分离干燥器

1—出气管 2—泄油孔 3—滤网 4—干燥剂 5—测试孔口

需要补充的是，最新式的 CCOT 系统已经不再使用恒温控制器了，而是在液气分离干燥器上装一个压力开关，以感测蒸发器出来的压力，当蒸发压力在低于 0.308MPa 时，低压开关便切断离合器电磁线圈的电路，使制冷压缩机停止运行。例如，当开关在 0.310MPa 时离合器吸合，压缩机运行；而在降到 0.273MPa 时离合器分离。图 4-10所示的液气分离干燥器上的测试口，实际上是一个阀芯，只要将调试的压力开关装在测试孔口上，就和电线、离合器电磁线圈构成一个控制电路。即组成一个新型的用压力开关控制的 CCOT 制冷系统。其工作原理见图 4-11。

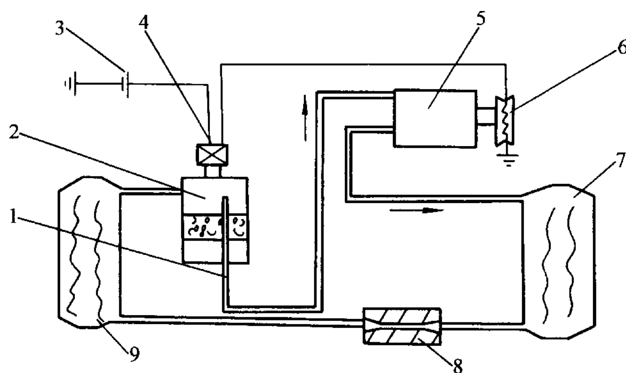


图 4-11 用压力开关控制的 CCOT 制冷系统

1—溢油孔 2—液气分离器 3—蓄电池 4—压力开关 5—压缩机 6—电磁离合器 7—冷凝器 8—孔管 9—蒸发器

从图可知，与恒温器控制的 CCOT 系统最大的不同是恒温器被压力开关取代，这样使制冷系统更简单、可靠，温度控制也更准确。

CCOT 制冷系统的最大特点是节能和可靠，所以被广泛使用在经济性能要求高的经济型轿车和中级轿车上，福特、丰田、大众等大汽车公司均普遍采用。例如丰田吉普车 4W 型、大众汽车公司奥迪轿车。近年来，由于重视汽车节能，许多高级汽车也采用 CCOT 制冷系统。

2.4 特殊形式恒温器控制的制冷系统

红旗轿车和桑塔纳轿车的空调制冷系统比较特殊，它们应用循环离合器控制系统，即用恒温器式热敏电阻来控制离合器的电磁线圈的电路，这样来达到控制压缩机的运行。但是它们的膨胀阀却又采用了外平衡膨胀阀，平衡管的接口都装在蒸发器出口管上。

2.4.1　红旗轿车的制冷控制系统

红旗 CA770 的空调冷风输送为内循环式，它与暖气供应是用分开的风口送风的。制冷系统包括一个 6F3-8 型六缸压缩机，一个冷凝器，两个外平衡式膨胀阀和前后两个蒸发器，分别为前后排座位供给冷气，这样整车的冷气就能供应均匀。其制冷系统如图 4-12 所示。

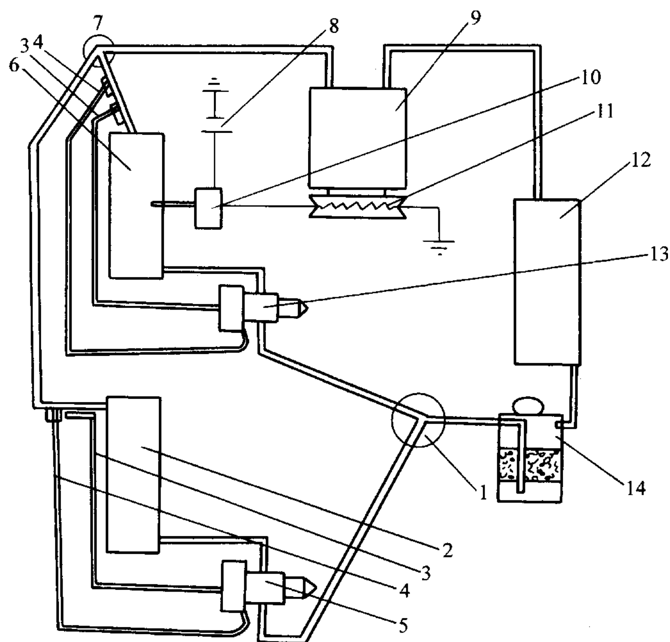


图 4-12　红旗 CA770 轿车的制冷系统

1—三叉接头　2—后蒸发器　3—感温包毛细管　4—外平衡管　5—后膨胀阀
6—前蒸发器　7—出气管三叉接头　8—蓄电池　9—压缩机　10—恒温器
11—电磁线圈　12—冷凝器　13—前膨胀阀　14—储液干燥器

这种系统对制冷剂的流量调节要求十分精细，原则上与大客车空调制冷系统类似。

一般来说，前置蒸发器比后置蒸发器的制冷剂管道短得多，所以压力损失小。这样，前蒸发器的蒸发压力容易降低，制冷剂的流量也较大，又要求控制它的温度不低于 0℃，整个制冷系统便会得到控制。所以，本装置只需在前空调器内设置恒温器，即能控制离合器的开合动作，这样空调器上便没有必要安装温度控制装置。

两个外平衡式膨胀阀也是大客车汽车空调采用的形式，其平衡管直接从蒸发器出口管上的孔口引来，当膨胀阀对制冷剂降压后，由出口连接的一组铜管，将制冷剂引入蒸发器的各组蒸发管，使蒸发器经常处于最大的制冷状态。

另外采用该系统的红旗 CA630 高级中型旅游车，是采用双独立制冷系统的配置。两个制冷系统互相独立，即它们各自拥有一个压缩机、冷凝器、储液干燥器、两个外平衡式膨胀阀、蒸发器和控制系统。

两台压缩机由 V 带和电磁离合器用发动机驱动。压缩机布置在发动机前端底部的左、

右两侧，通过支架与发动机刚性连接。两个蒸发器都布置在行李箱中，通过各自的风道将冷风送到车厢顶棚的左右两侧。两个冷凝器，一个放在发动机散热器前面，另一个置于车底右侧后部，靠轴流风机强制冷却。两个储液干燥器都安装在冷凝器的出口，膨胀阀也各自装在蒸发器入口管上。两套制冷系统的控制部分都安装在中间仪表板上，用一个总开关控制两个系统的总电源，而它们由各自独立的控制部件来控制冷风量以及风向。

2.4.2 桑塔纳轿车的制冷系统

桑塔纳轿车的空调制冷系统亦采用外平衡膨胀阀的离合器循环控制系统，整个系统的制冷量比较大、制冷效率亦较高。其制冷系统如图 4-13 所示。

桑塔纳空调压缩机现在采用日本 SD—510 型摆盘式压缩机，蒸发器和冷凝器都采用先进的全铝板带式，散热板为波纹形，带有双向百叶窗式的风口，这样可加强空气侧的热交换能力。膨胀阀的外平衡管直接安装在出气管上。这种制冷系统的制冷剂流量和蒸发器的过热度调节非常精细，并和大客车的调节是一样的。

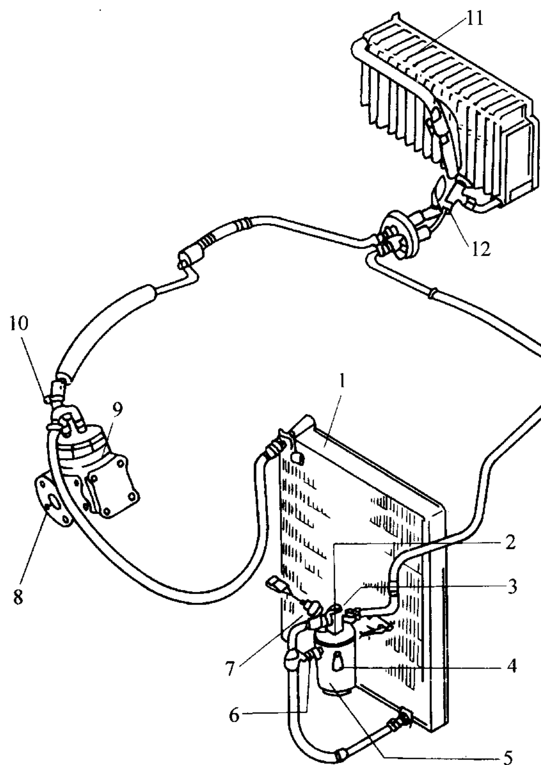


图 4-13 桑塔纳轿车的制冷系统

1—冷凝器 2—视液镜 3—易熔塞 4—放气阀 5—干燥过滤器 6—低压开关 7—高压开关 8—电磁离合器 9—压缩机 10—充放气阀 11—蒸发器 12—膨胀阀

毛细管感温包插入蒸发器的翅片内约 180mm，以检测蒸发器的表面温度，并用恒温器来控制电磁离合器电路，防止蒸发器表面结冰。

3 吸气节流阀控制的蒸发器压力制冷系统

由于恒温器控制的离合器循环制冷系统，是通过压缩机的间断工作来达到防止蒸发器结冰的目的，结果是使汽车空调的温度波动比较大，影响了其舒适性。另外，压缩机的频繁起动，亦影响发动机工况的稳定，还易造成离合器的损坏。采用吸气节流阀的方式来控制的蒸发器压力制冷系统，便能克服上述缺点。

因饱和温度和压力有着一一对应的关系，若控制器在 0℃时对应的制冷剂的饱和蒸发压力不再降低，便可以防止蒸发器表面不结冰。而此时压缩机仍在运行，所以蒸发器内的制冷剂还在蒸发，不过其制冷量只需维持其表面不结冰的能力而已。这样，输送出的制冷量仍然能保持车内的温度和湿度处于一个相对平衡状态，汽车空调的舒适性亦得到提高。

上述制冷系统称为蒸发器压力控制的制冷系统，是汽车空调中最早采用的，且一直在中高级轿车上使用，所以，一般又称蒸发器压力制冷系统为传统空调系统。蒸发器压力控制因配置的不同又分为多种制冷系统，下面一一予以介绍。

3.1　吸气节流阀控制的外平衡膨胀阀制冷系统

3.1.1　吸气节流阀（STV 阀）制冷系统的工作原理

本系统的制冷工作原理如图 4-14 所示。

它是应用外平衡膨胀阀和 STV 阀联合控制进入蒸发器的制冷剂流量，进而达到控制蒸发器的压力在 0.215 ~ 0.891MPa 之间工作，以保证蒸发器表面不结冰而不堵塞空气通路。

其工作原理如下：压缩机将制冷剂压缩后先送到冷凝器冷却，然后经过储液干燥器干燥、过滤，经外平衡膨胀阀的节流降压后，再进入蒸发器吸热蒸发，最后蒸发器出来的低压蒸气经过吸气节流阀后，回到压缩机，制冷系统便按此方式进行循环。

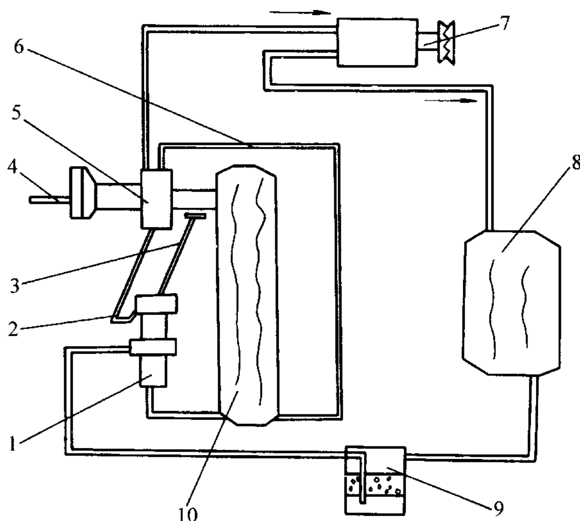


图 4-14　吸气节流阀（STV 阀）制冷系统工作原理
1—外平衡膨胀阀　2—外平衡管　3—感温包毛细管　4—真空接口　5—吸气节流阀　6—溢油管　7—压缩机　8—冷凝器　9—储液干燥器　10—蒸发器

蒸发器制冷剂流量的控制由外平衡膨胀阀承担，而蒸发器内制冷剂的蒸发压力则由吸气节流阀来控制，这表明，防止蒸发器表面结冰是由外平衡膨胀阀和吸气节流阀联合控制来完成的。

外平衡膨胀阀的感温包被装在蒸发器的出口处，以感测蒸发器制冷剂的温度。外平衡管将蒸发器的出口制冷剂的压力传送到外平衡膨胀阀的膜片下部，来控制制冷系统流到蒸发器制冷剂的流量。蒸发器温度高，则流量大；温度低，则流量小。

蒸发器的制冷剂蒸发压力则由吸气节流阀控制。当蒸发器的温度下降到 0℃时，吸气节流阀会自动关闭蒸发器的出口，这样只有极少量蒸气被压缩机吸进，以用来保持蒸发器的压力在 0℃对应的饱和压力，防止蒸发器结冰。

不过当蒸发器出口被关闭时，压缩机可能出现缺少冷冻润滑油而被损坏。为了预防发生这种状况，在蒸发器的底部设置有一条溢流管流到压缩机，同时，也允许有少量的制冷剂通过溢流管进入压缩机。

传统空调制冷系统与循环控制制冷系统最大的区别是：当蒸发器温度降到 0℃以下时，制冷系统，包括压缩机仍在运行；而循环离合器控制的制冷系统只有空调蒸发器的风扇在继续运行。传统空调的制冷系统，只要接通离合器的电源，制冷系统就不停地运行，不断地向车内输送冷空气，车内的温度保持在一个平稳范围内，车内空调舒

适性较好。当然，由于压缩机连续运行，就要不断消耗发动机的功率，所以相应地经济性较差，耗油量大。

3.1.2 外平衡膨胀阀的构造和工作原理

膨胀阀根据平衡方式有两种：内平衡膨胀阀和外平衡膨胀阀。两种膨胀阀的结构大致相同，功能相同，只是平衡方式不同。内平衡膨胀阀的膜片下面的平衡压力是从节流后的蒸发器入口处导入的，所以不存在蒸发器管路对蒸气压的影响，和感温包毛细管感测的蒸发器出口压力存在误差。外平衡式膨胀阀膜片下面的平衡压力是从蒸发器出口处经外平衡管导入的，其压力和感温包在蒸发器出口感到的压力相匹配，两者不存在压力误差。所以这种外平衡膨胀阀适合于需要较大制冷量的空调系统。

外平衡膨胀阀的构造由节流降压组件、过热度调节组件和控制机构组成，如图 4-15 所示。

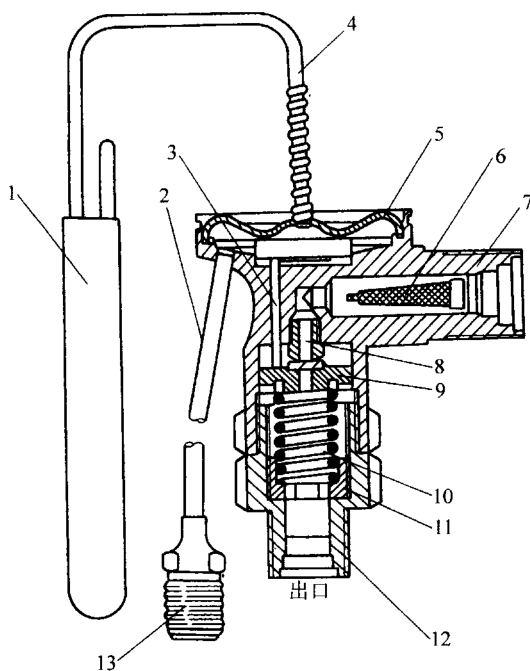


图 4-15 外平衡膨胀阀

1—感温包 2—平衡管 3—顶杆 4—毛细管 5—膜片 6—滤网 7—阀体 8—节流口 9—阀芯 10—过热弹簧 11—弹簧座 12—调节螺母 13—外平衡管接口

节流降压组件包括阀体和节流孔；过热度调节组件包括弹簧和调节螺母；调控机构包括感温包毛细管和外平衡管。

外平衡膨胀阀调控制冷剂的原理如下：膜片承受三个力：弹簧力和蒸发器出口处用外平衡管导入的压力，这两个压力之和使膜片向上运动；感温包毛细管内充满感温物质，一般用制冷剂，受热膨胀后，力图使膜片向下运动。当三个力平衡时，膜片位置一定，阀芯和节流孔位置一定，开度也一定，这样，流入蒸发器的制冷剂的流量也一定。

当蒸发器温度升高，感温包内压力升高，同样由外平衡管引进的蒸气压也会升高。但由于感温包内的制冷剂蒸气是饱和蒸气，而外平衡管引进的是过热蒸气，所以感温包内压力升高比外平衡管引进的过热蒸气的压力大得多，将迫使膜片下移，带动顶杆推开阀芯亦下移，使孔口开度增大，制冷剂流量增大。温度越高，流量越大，则蒸发器制冷量越大，降温也越迅速。

当温度下降，感温包内压力下降比膜片下方的压力快，弹簧将推动阀芯向上，使小节流孔开度减小，制冷剂流量减少。温度越低，流量越小。

在制冷系统工作时，外平衡膨胀阀不会关死制冷剂通路，只调节流量大小（因为在蒸发器温度降到快冻结温度时，则膜片下方的压力大于感温包内压力，力求关死节流孔）。这是因为当即将关死时，蒸发器的温度马上上升，而蒸发器压力由于在出口处有压力控制阀作用，压力保持某一数值，故膜片上方马上产生一个正压力，推开阀芯。就是说，蒸发器处于

低温时，膜片处于一个上下腔压力的动态平衡状态，从而总是维持有少量的制冷剂通过孔口进入蒸发器，以使蒸发器处于不冻结的低温状态。

由上述可知，当制冷系统停止工作时，由于感温包内随温度升高的饱和压力大于蒸发器的过热蒸气压力，外平衡膨胀阀仍有少量制冷剂流通。但是，当膜片处在上下两端压力相等位置时，阀芯仍将关死制冷剂通路。这样，可避免高压端的液体流进低压端，防止压缩机在重新工作时发生“液击”现象。

需要说明的是，应用外平衡膨胀阀最大的好处是能够在系统内调节蒸发器出口的过热度。因为所有的蒸发器压力控制装置都配置了一只压力测量阀，即图4-16中的压力表接口处。将低压表装到压力表测量阀上，起动发动机时，恒定在2000r/min，则过13~15min，观察压力表值，若对应的过热度为3~4℃时，压力表值为0.153~0.189MPa。不论过大或过小，都可以细心地调节螺母，使压力表值逐渐接近上述的值。

3.1.3　吸气节流阀的构造和工作原理

吸气节流阀，英文为Suction Throttling Value，简写为STV。其作用就是控制蒸发器蒸发压力不得超出0.298~0.308MPa压力的范围，以防止蒸发器表面结冰，其构造如图4-16所示。它由三部分组成：控制阀、调节机构、真空膜盒。控制阀上共有五个接口，分别为蒸发器、压缩机、外平衡管、溢油管和压力表接口。阀体内有一个配合精密，可以左右移动的活塞，用于控制蒸发器的蒸发压力。活塞上有一对小孔，目的是当活塞全部封死蒸发器到压缩机的通道时，仍保留有少量的制冷剂输送到压缩机中，以防止压缩机做真空泵运动而耗功，减少能量损失。

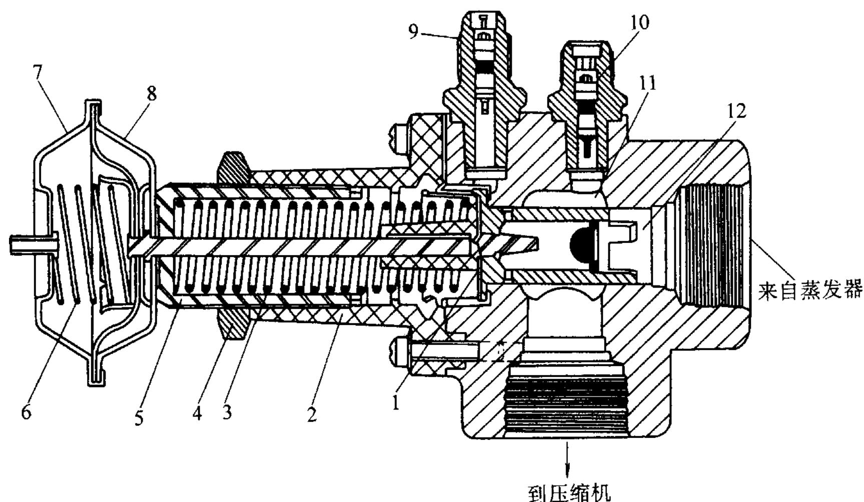


图4-16　STV阀

1—主膜片　2—固定套　3—主弹簧　4—紧固螺母　5—调节螺钉　6—外弹簧　7—真空膜盒
8—大气孔　9—压力表接口　10—溢油管接口　11—外平衡管接口　12—活塞

吸气节流阀的工作原理为：主膜片作为控制活塞动作的元件，受到四个力的作用，蒸发压力和膜盒的真空吸力推动活塞向左移动，迫使膜片左移；主弹簧力和大气压力使膜片向右移动。

当蒸发压力为0.298MPa时，活塞刚好关闭蒸发器通往压缩机的通道。此时，主膜片受到的四个力则处于平衡状态。这时由于蒸发器内的饱和温度为－1℃，传到蒸发器表面则为0℃，不会结冰。若汽车高速运动，压缩机的吸力会保持这种平衡状态。当蒸发器的温度高于0℃，则蒸发压力上升，推动活塞左移，在新的位置上达到平衡。温度越高，蒸发压力越高，则活塞越左移，开度越大，配合外平衡膨胀阀的动作，制冷剂流量越大，制冷量越多。温度降低，则反方向移动，减少制冷剂的流量。直到在平衡位置被关死，又达到0℃。

从上面分析可知，控制最小蒸发压力可以通过调节主弹簧的压力来实现，所以，吸气节流阀设有调节螺钉。

由上述可知，吸气节流阀显然会受大气压变化的影响。若汽车在高海拔地区行驶，由于大气压降低，在原设计的关闭通道的平衡位置将被破坏，这样活塞会向左多移一点距离，使蒸发压力比原设计压力更低才平衡，从而引起蒸发器表面结冰现象。

真空膜盒起两个作用：第一个作用是可补偿海拔引起大气压变化的影响。若在高海拔运行时，切断真空膜盒的真空气路，则主薄膜上的平衡作用力缺少了真空吸力，以此来弥补高海拔的大气压下降，使蒸发器的压力仍保持在原设计值上，防止汽车高海拔运行时蒸发器结冰。第二个作用是增加制冷量。道理和第一个作用是一样的，只不过这时是接通真空气路。

目前STV已经被POA阀代替了，所以现在生产的轿车中这种装置已经比较少见。

3.2 先导阀操纵的吸气节流阀和外平衡膨胀阀控制的制冷系统（POA系统）

从上述可知，STV制冷系统有以下不足：第一是控制压力受海拔影响；第二是控制精度差；第三是主膜片容易泄漏制冷剂。先导阀操纵的吸气节流阀基本上解决了上述问题，所以目前已取代了吸气节流阀而成为现代汽车应用的主要制冷系统了。

先导阀操纵的吸气节流阀的英文是Pilot Operated Absolute Sunclion Throlling Value简称POA；它能把蒸发压力控制在±3.434kPa的范围。

3.2.1 POA制冷系统的工作原理

POA制冷系统的工作原理与STV系统相差无几，仅用POA阀取代了STV阀，如图4-17所示。制冷剂经压缩、冷凝后，在外平衡膨胀阀的节流、膨胀和控制下，进入蒸发器蒸发吸热。蒸发器出来的蒸气，经过POA阀的压力控制后，再回到压缩机。

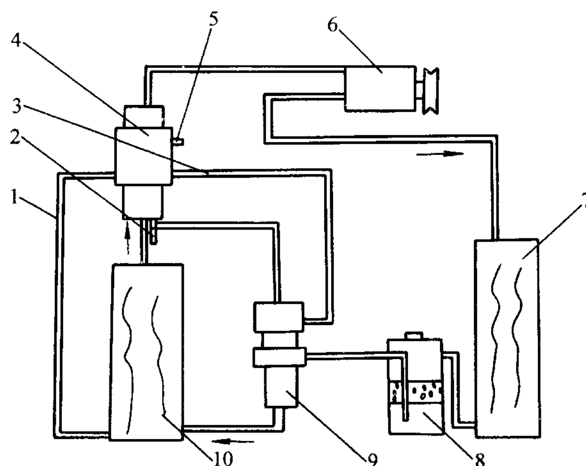


图4-17 POA制冷系统

1—溢油管 2—感温包毛细管 3—外平衡管 4—POA阀 5—压力检测器 6—压缩机 7—冷凝器 8—储液干燥器 9—外平衡阀 10—蒸发器

输送到蒸发器的制冷剂流量由外平衡阀来控制，蒸发器内的制冷剂的蒸发压力和蒸发温度由POA阀控制。POA阀控制蒸发压力不得小于0.298MPa，

这时对应的蒸发温度为－1℃，而蒸发器表面温度为0℃，这样便防止了蒸发器表面过冷而冻结。

POA阀也开有一个小孔，其作用亦是当蒸发器的蒸发压力降到设计值时，关死气流的主通口，由此小孔输送一些气体到压缩机，使压缩机在空负荷时不做真空泵运动，减少能耗。

从蒸发器底部接一条溢油管到POA阀，其作用是使积存在蒸发器底部的冷冻润滑油回到压缩机，因为清除了积存在蒸发器的冷冻润滑油，能提高系统的制冷能力。

3.2.2　POA阀的构造和工作原理

先导阀操纵的吸气节流阀这个名称，形象地说明了POA阀的工作原理。它是由一个真空度很高的波纹管上的阀来伺服操纵吸气节流阀，所以有些书也叫POA阀为"绝对真空伺服阀"，其构造如图4-18所示。

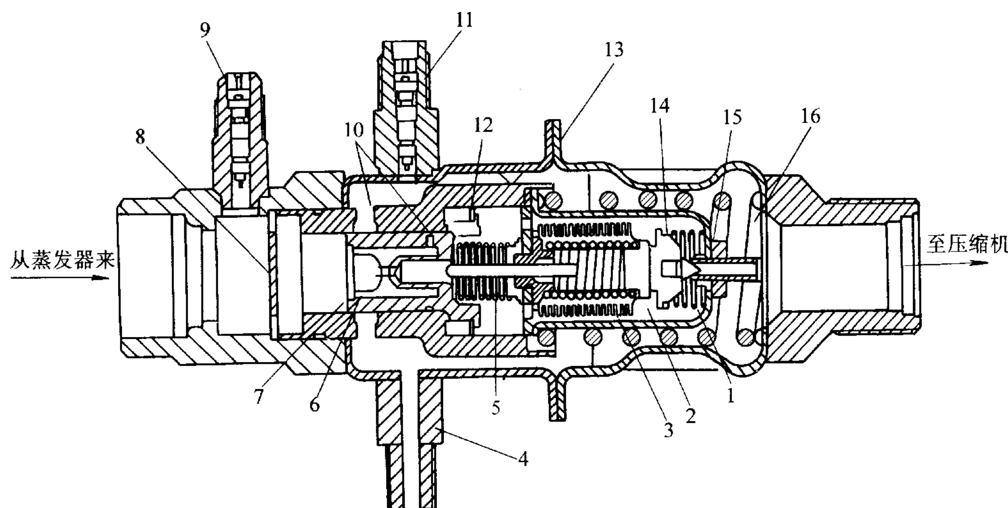


图4-18　先导阀操纵的吸气节流阀（POA阀）

1—针阀弹簧　2—波纹管气室　3—波纹管　4—溢油管接口　5—活塞弹簧
6—过滤网　7—活塞　8—减振板　9—压力表接口　10—小孔　11—外平衡管接口
12—活塞环　13—支承板　14—针阀芯　15—阀座　16—主弹簧

POA阀的构造主要由活塞式的吸气节流阀和波纹管控制的先导阀两部分组成。阀上有五个接口，分别为蒸发器、压缩机、外平衡管、溢油管和压力表接口。吸气节流阀的活塞左右运动，可以控制蒸发器到压缩机的蒸气主通路。活塞由支承板固定的弹簧支承。先导阀的组成有：磷青铜制成的波纹管固定在支承板上，内部处于高度真空状态，波纹管的顶端焊上针阀芯。支承板和波纹管都由主弹簧支承，主弹簧固定在阀壳上。其工作原理如下：活塞受到蒸发压力和活塞支承弹簧力两个力的作用。波纹管先导阀采用控制活塞背压的大小方式来控制活塞的运动状态，并且它是一个具备高灵敏性的弹性元件。当外界压力增大时，波纹管缩短；外界压力减小，则伸长。

当制冷系统刚开始工作时，蒸发温度高，蒸发压力也大。制冷剂蒸气经过小孔流到波纹管的外腔，波纹管受压缩，打开先导阀。活塞的背压经过小孔节流后，在流动的条件下，压

力下降，则活塞的蒸发压力迫使活塞克服弹簧的力而右移，打开蒸发器到压缩机的主通路，使大量的制冷剂流进蒸发器后再到压缩机。蒸发温度越高，则蒸发压力越高，波纹管压缩越短，主通孔开度越大，制冷量越大，这样迅速降低车内的温度。

当蒸发温度下降，蒸发压力也相对下降，流经小孔的压力下降，波纹管伸长，导致先导阀关闭。这时，活塞的背压逐渐增大到和正压相等，活塞弹簧推动活塞左移，逐渐关小主通路。但当背压增大又会引起波纹管的压缩，所以，当压缩机转速不变时，压缩和吸气压力不变，波纹管的伸缩使先导阀处于时开时闭的临界状态，活塞处于平衡状态，蒸发压力保持不变。

当蒸发压力降到设计值时，一般为 0.298 ~ 0.308MPa，活塞刚好关闭制冷蒸气流到压缩机的主通路，蒸气便只能通过小孔、针阀少量地流到压缩机，供压缩机在极低负荷下运转。若蒸气压力升高（例如压缩机转速变慢），波纹管压缩，先导阀打开，活塞的背压消失，蒸气压力便会克服弹簧的力而右移，打开主通路。这时制冷量增大，若压缩机还在运转，则波纹管伸长，关闭先导阀，活塞的蒸气背压又增大，活塞在弹簧力作用下便会左移，直至关死主通路。保持蒸发压力在 0.298 ~ 0.308MPa 范围，保证蒸发器不会发生结冰。

从上面分析可知：POA 阀是利用高灵敏的波纹管感测蒸发压力的大小而伸缩，操纵先导阀的通、断，控制活塞背压的产生与消失，使蒸发压力和弹簧力在一个新的位置达到平衡，控制蒸气通向压缩机通路的活塞的位置，来达到控制蒸发压力不低于 0.298 ~ 0.308MPa，使蒸发器表面不结冰。

POA 阀制冷系统是通用汽车公司发明的，以后推广到世界绝大多数的高、中级轿车的空调制冷系统上。这类系统能最大限度发挥蒸发器的制冷能力，而且蒸发器连续制冷而不结冰，使空调系统的温度始终保持在一个稳定范围。而且它不受外界温度、气压等因素的影响。

3.3 组合式先导阀调节的吸气节流阀 POA——罐中阀制冷系统（VIR 制冷系统）

STV 系统和 POA 系统都具有储液干燥器、外平衡膨胀阀、POA 阀（或 STV 阀）。这些阀都是依靠管道、接头连接成一个制冷系统，特别是外平衡阀、蒸发器、POA 阀的接口地方多达十多处，容易造成制冷剂的泄漏和使空气、水分进入到制冷系统。由于接头太多，安装、维护的工作量也大。1978 年，美国通用汽车公司发明了一种罐中阀，即将储液干燥器、外平衡膨胀阀、POA 阀集中在一罐中，只有一个进口接头和一个出口接头，克服了 POA 制冷系统的缺点，形成了崭新的罐中阀制冷系统。罐中阀的英文名称为 Vales Is Receiver，简称 VIR。

VIR 制冷系统广泛应用在中、高级汽车空调中，例如德国的奥迪轿车系列产品，有一些是采用 CCOT 系统，有一部分采用 VIR 系统。我国第一汽车制造厂生产的奥迪 100，试制时其空调制冷系统就是采用 VIR 系统。

3.3.1 罐中阀制冷系统的工作原理

罐中阀制冷系统的工作原理如图 4-19 所示。

图中 VIR 阀集中了储液干燥器、外平衡膨胀阀、POA 阀，这样的结果使整个制冷系统变得简单，接头也大为减少。

其工作原理如下：从压缩机出来的高温制冷剂蒸气经过冷凝器液化后，进入 VIR 阀，节流降压后进入蒸发器；蒸发吸热成为低压蒸气，再进入 VIR 阀，对制冷剂的蒸发压力进行控制；然后再从 VIR 阀出来到压缩机，完成一个制冷循环。

VIR 阀起到调节输给蒸发器的制冷剂量和蒸发压力的作用，使 VIR 制冷系统在各种工况下均能保持最大的制冷量的同时，避免蒸发器结冰，同时，蒸发器底部释出的冷冻润滑油等，从溢油管经过 VIR 阀，流回压缩机。

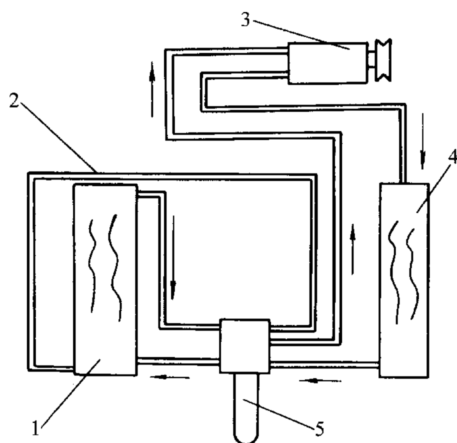


图 4-19　罐中阀制冷系统工作原理

1—蒸发器　2—溢油管　3—压缩机

4—冷凝器　5—VIR 阀

3.3.2　VIR 阀的构造和工作原理

1）VIR 阀的作用：VIR 阀具有储液、干燥、过滤、节流降压、控制制冷剂流量和蒸发压力，并防止蒸发器结冰的功能。

2）VIR 阀的构造如图 4-20 所示，它由三部分组成：储液干燥器、外平衡膨胀阀和 POA 阀。阀体是采用铸铝件或工程塑料制成，内装外平衡膨胀阀和 POA 阀，两者都用 O 形圈密封，以防止制冷剂窜气，中间开一小孔，作为外平衡孔。阀体上有 4 个接口：第 1 个接口和冷凝器出口相连，通入高压液体制冷剂；第 2 个接口是降压后的制冷剂进入蒸发器；第 3 个接口是和压缩机吸气口相连；第 4 个接口为溢油管接口。POA 阀的进气和外平衡膨胀阀的感温部分都裸露在上盖腔内，并以密封圈封闭。上盖上有两接头，一个是蒸发器出口接头，一个是维修检测用的拉瓦尔阀口。上盖和储液罐都是用薄铁片的冲压件，两者都用螺钉和 O 形圈紧固在阀体上，组成一个完整的 VIR 阀。储液罐内装有干燥袋、过滤器、吸入管。当干燥剂失效，过滤器脏堵时，均可以修理。

VIR 阀中的外平衡膨胀阀和 POA 阀，与上面介绍的有些不同。根据它的功能和特点，对阀中部件进行了必要改造。图 4-21 是 VIR 阀中的膨胀阀部件，它取消了感温包毛细管。它的平衡膜盒内充注有一定量的饱和制冷剂蒸气，并用球阀压配密封。盒内的制冷剂直接感测从蒸发器出来的蒸气温度。膜盒下方有一个外平衡孔，与 POA 阀的进气口相通，形成一个平衡控制系统。

工作时，如蒸发器出来的制冷剂气体温度升高（或下降），膜盒内的制冷剂膨胀（或缩小），膜片向下（或向上）移动，通过膜片底座、顶杆，使球阀开度增大（或减小），这样来控制流入蒸发器的流量。

VIR 阀中的 POA 阀结构和单独的 POA 内层结构一样，只是少了外壳上的接口和主弹簧支承。其工作原理与前述 POA 完全一样。

3）VIR 阀的工作原理：VIR 阀的制冷剂流动情况是比较复杂的。压缩机对从 VIR 阀出来的低压蒸气进行压缩，将其变成高压蒸气。经过冷凝器降温散热后，变成高压液体。高压

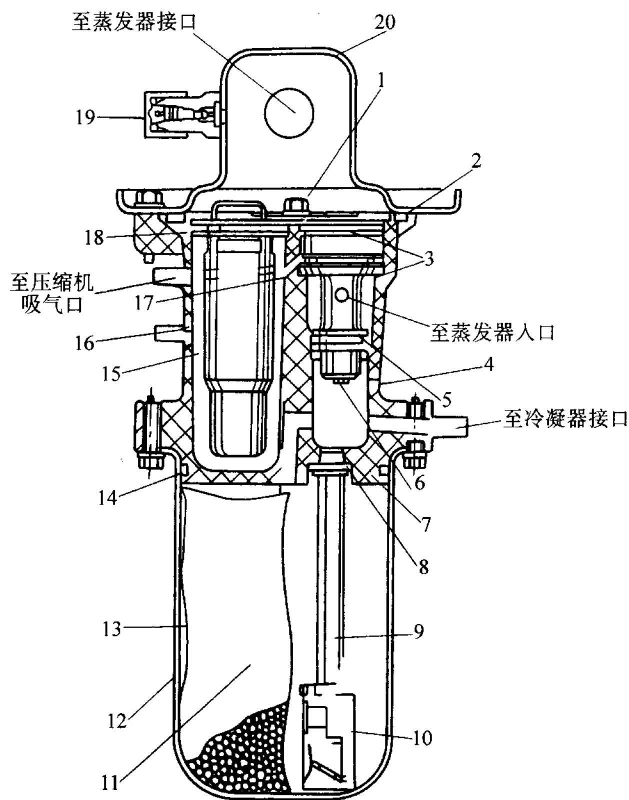


图 4-20 VIR 阀

1—固定螺钉 2、3、5、8、14—密封圈 4—观察孔
6—外平衡膨胀阀 7—阀体 9—吸入管 10—过滤器
11—储液干燥器 12—储液罐 13—干燥剂 15—POA 阀
16—溢油管接口 17—平衡孔 18—压力表接口
19—拉瓦尔阀口 20—上盖

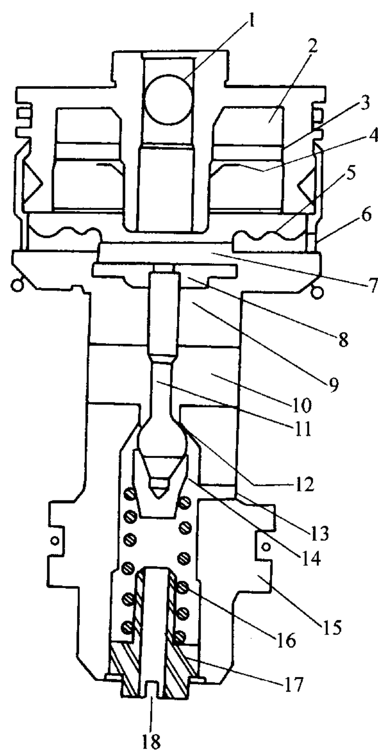


图 4-21 VIR 阀中的膨胀阀

1—球 2—活性炭 3—滤网 4—保持架
5—膜片 6—平衡孔 7—膜片底座 8—密封环
9—密封圈 10—R—12 出口 11—顶杆 12—球阀
13—溢流口 14—弹簧座 15—阀体 16—弹簧
17—螺栓 18—R—12 进口

液体从 VIR 阀下部的进液口进入 VIR 阀的储液罐中，经过过滤、干燥后，再由吸管从瓶底将制冷剂液体送至膨胀阀，经过降压后又从 VIR 阀流出，进入蒸发器下部。蒸发后的蒸气再次从蒸发器进入 VIR 阀的上部进气口，经过阀罐中的 POA 阀进行压力调节后，又从 VIR 阀的上部出气口流出，送到压缩机进行下一次循环。

显然，控制进入蒸发器液态制冷剂流量的是膨胀阀。它根据 VIR 阀上部的制冷剂蒸气温度来调节球阀的开度，从而控制进入蒸发器的制冷剂流量，使其在某压力下全部蒸发吸热。控制该蒸发压力的是 POA 阀，它根据车内设计的平衡压力调控蒸发压力，并向车内提供足够维持其温度平衡所需的制冷量，以满足空调舒适性。另外它还保证蒸发器表面不结冰，使空气流通。VIR 阀上部的进出接口为气态制冷剂，下部进出接口为液态，阀内也是如此。

VIR 阀的设计平衡蒸发压力为 0.290 ~ 0.308MPa，因为在这个压力范围，保证有尽可能大的制冷量，又可防止其表面结冰。

4　其他方法控制的蒸发器压力制冷系统

4.1　蒸发器压力调节器控制制冷系统（EPR）

蒸发器压力调节器（Evaporator Pressure Regulator，简称 EPR）制冷系统，主要用在克莱斯勒公司和丰田公司的高、中级汽车上。它装在压缩机的入口处，而不是在蒸发器出口处。由于安装位置的差异，蒸气的过热度有所不同。所以 EPR 系统的平衡设计值的蒸发压力，相对于其他制冷系统略有提高。制冷系统的工作原理和其他系统类似，都是将蒸发压力控制在高于 0.308MPa，以防止蒸发器结冰。

早期使用的 EPR 阀是一种膜片控制的平面阀。当蒸气压力高于设定值时，推动膜片向上，克服弹簧力，阀口开启，制冷剂便流进压缩机。到压力下降到 253～280kPa 时（此压力为压缩机吸气压力），弹簧又推回膜片，关闭阀门。

EPR-Ⅰ是采用弹簧和膜片来控制蒸发器压力，加上平面阀密封性差，所以 EPR-Ⅰ型阀控制蒸发压力精度比较差。

目前使用的是 EPR-Ⅱ型阀，其构造如图 4-22 所示，是采用先导阀控制活塞主气量的一种蒸发器压力控制阀，这类阀控制精度高。此阀与 POA 阀的区别在于，磷青铜波纹管内不是抽成真空，而是充注一种惰性气体，例如氮气，其工作原理和 POA 阀亦有所不同。

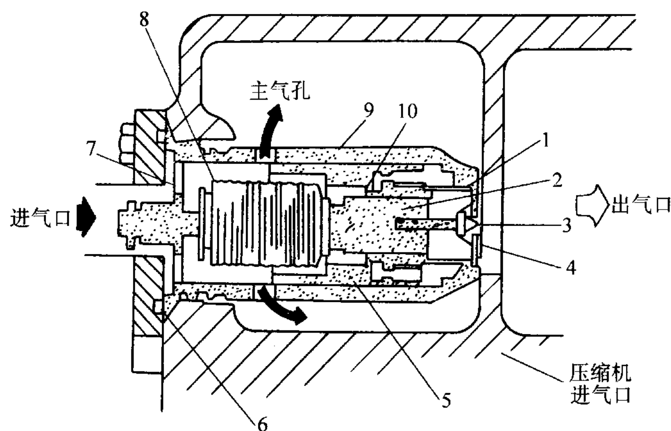


图 4-22　EPR-Ⅱ型阀

1—活塞支承弹簧　2—先导阀座　3—先导阀　4—先导阀弹簧　5—活塞
6—O 形圈　7—波纹管固定板　8—波纹管　9—阀体　10—小孔

EPR-Ⅱ型阀的工作原理如下：当蒸发器压力刚好等于设计压力时（例如 0.308MPa），活塞刚好关闭主气口，活塞承受着蒸气压力和弹簧力两个力。当蒸发器的温度比较高时，蒸气压力大于 0.308MPa，这时，蒸气压力大于波纹管内的气体膨胀力，波纹管收缩，先导阀打开，活塞的背压消失，活塞正压力大于弹簧力，迫使活塞左移而将主气孔开度增加，供给蒸发器更多制冷剂，增加更多的制冷量。

当蒸发器压力下降时，波纹管逐渐增大，活塞在弹簧力作用下，便逐渐向左移动，减小

了主气孔的面积。若压缩机的转速不断加大，则吸气压力继续下降，当蒸发器压力下降到0.289~0.308MPa 范围时，波纹管伸长量使先导阀口关闭，此时，蒸气压力和弹簧力相等，活塞亦将主气孔的通路关闭，只让小孔供给压缩机极少量蒸气，控制蒸发器的压力不再继续下降，防止了蒸发器表面发生冻结现象。当蒸发器压力大于0.308MPa 时，则与上述相反。

近来，克莱斯勒汽车公司推出结构更简单的EPR-Ⅲ，如图4-23 所示。它只有一个铜质波纹管作制冷剂的通道，进气口设置了一只锥形阀。当蒸发压力高时，波纹管伸长，锥形阀打开，反之，锥形阀关闭。EPR-Ⅲ虽然简单，但控制精度较差。

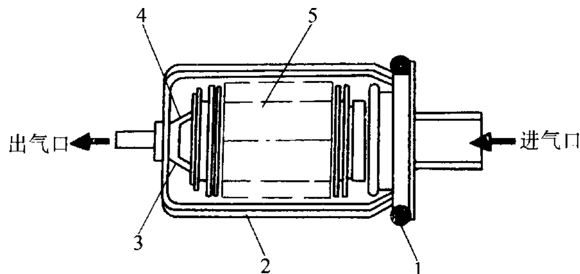


图4-23　EPR-Ⅲ型

1—O 形圈　2—阀体　3—锥形阀座　4—锥形阀　5—波纹管

4.2　组合阀控制的制冷系统

克莱斯勒汽车公司和德国的一些汽车空调采用一种组合阀制冷系统。组合阀（Combintion Value）是指一个由H 形膨胀阀和EPR-Ⅲ阀组合而成，它直接安装在蒸发器上。与VIR 制冷系统比较，组合阀需要单独安装一个储液干燥器。

组合阀制冷系统的原理是用H 形膨胀阀来节流降压，并控制流进蒸发器的制冷剂量；而用吸气节流阀控制蒸发压力，保证蒸发器不发生结冰现象。

在这里应该说明的是，组合阀制冷系统虽然使用了H 形膨胀阀，但它不是循环制冷离合器系统，而是蒸发器压力控制系统，制冷系统和压缩机是一直处于工作状态。

5　大型客车的制冷系统控制

大型客车的制冷系统，分为独立式和非独立式两种。本节主要介绍大型客车应用得较多的制冷系统。

5.1　热旁通阀控制的独立空调制冷系统

独立空调制冷系统均采用辅助发动机作动力，带动制冷系统运行，比如压缩机、冷凝器和蒸发器的风扇、水泵等。所以系统的制冷量不受行车速度的影响，车内温度稳定，停车时制冷空调照常运行，所以制冷系统可以得到合理的动力匹配。制冷系统运行，不影响汽车的动力性、主机散热器散热性等。但是，由于采用了辅助发动机，使汽车的成本大为增加，质量增大，整车的经济性下降，燃油消耗增加了25%~28%。这是一个十分突出的缺点。

一般情况下，主、辅发动机的燃油不同，这就要增加一套燃油供应系统。

尽管如此，由于独立式空调制冷系统前述的特点，目前仍然是我国和日本等亚洲国家大

型客车采用的主要制冷形式。

5.1.1　热旁通阀控制的独立空调制冷系统工作原理

独立空调制冷系统的工作原理如图4-24所示。制冷剂的循环和常规的制冷剂系统相同，即压缩机→冷凝器→储液器→过冷器→干燥器→膨胀阀→蒸发器→压缩机。

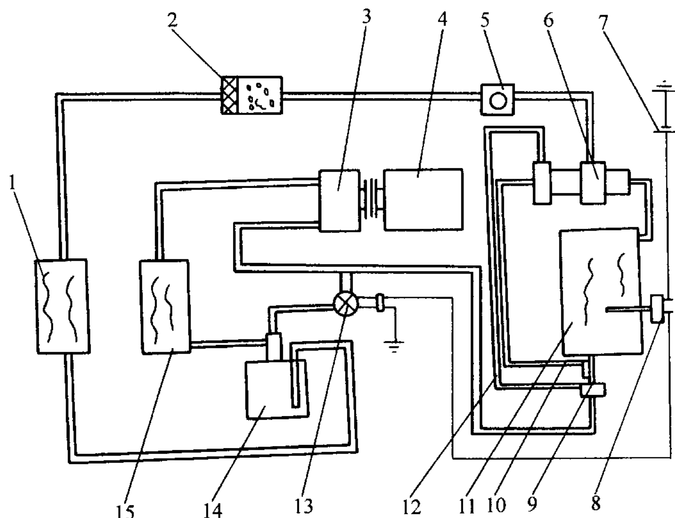


图4-24　热旁通阀制冷系统的工作原理

1—过冷器　2—干燥器　3—曲柄连杆式发动机　4—副发动机
5—视液镜　6—平衡膨胀阀　7—蓄电池　8—恒温器　9—外平衡管接口
10—毛细管感温包　11—蒸发器　12—外平衡管　13—电磁旁通阀　14—储液器　15—冷凝器

压缩机通过联轴器与副发动机4（副发动机又称辅助发动机）的飞轮相连，并由副发动机驱动。压缩机首先将制冷剂压缩成高压蒸气，并在冷凝器冷却液化。液体在储液器储存，由于大客车空调的制冷量大，所以制冷剂经过冷凝后，一般需要再经过冷器进行进一步降温，然后再干燥，并在膨胀阀降压后进入蒸发器，低压蒸气由压缩机吸入，完成一个制冷循环。

如果蒸发器的温度降到0℃以下；这时恒温器便接通电磁旁通阀，旁通阀打开，让一部分高压蒸气进到蒸发器出口端，则蒸发器的压力立即升高，以防止蒸发压力过低，蒸发器温度下降到0℃以下使表面结冰。

这种用电磁旁通阀将压缩机的高压蒸气送入蒸发器出口端，来控制蒸发压力不低于0.308MPa以下的制冷系统，称做热旁通阀制冷系统（Hot Gas Bypass Value，简称HGBV）。

5.1.2　外平衡膨胀阀

它的原理同前所述。它用在大型客车，红旗轿车和上海桑塔纳轿车上。构造如图4-25所示。这种膨胀阀有两个特点：一是平衡管直接安装在蒸发器出口管的接头上；二是安装制冷系统以后，可以根据系统的制冷情况调节蒸发器的过热度。如图4-25中，只要将阀盖起开，通过调节螺杆来调整弹簧压紧力，即能调整蒸发器的过热度，操作起来

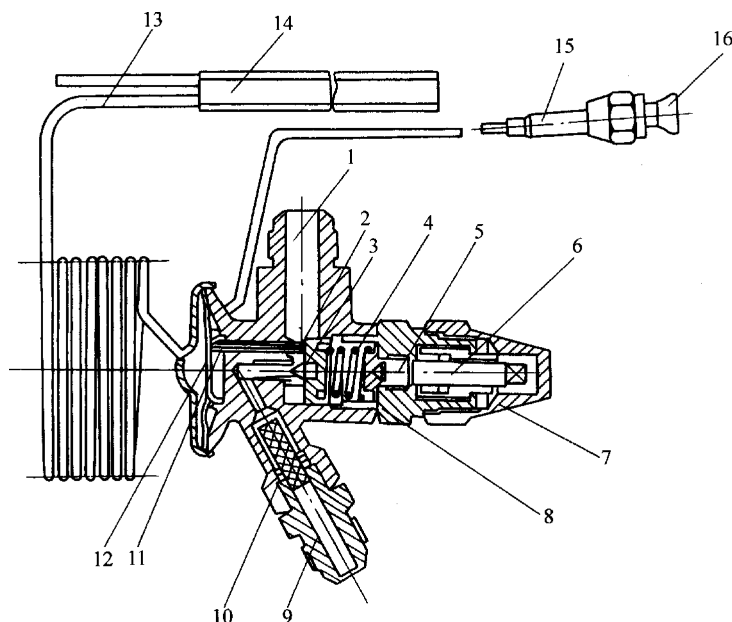


图 4-25　外平衡膨胀阀构造

1—出口接头　2—阀座　3—针阀　4—过热弹簧　5—密封柱　6—调节弹簧
7—阀盖　8—阀体　9—进口接头　10—过滤网　11—顶杆　12—波纹膜片
13—毛细管　14—感温包　15—外平衡管接头　16—外平衡管

极为方便。

感温包装在蒸发器出口管靠近外平衡管接口位置，安装在管子的上面，用绝热胶布包捆牢固。并注意不能安装在管子的下方。原因很简单，两者位置靠近，感测的数据才会准确；同时，蒸发器出气管不可避免会有一些制冷剂流出，并在管里继续蒸发吸热。这样管子下方的温度比上方低，而且出气口并非经常有制冷剂流出，这样，感温包安装在管子下方，感测到的出口温度波动很大，引起膨胀阀的错误动作，减少制冷剂进入蒸发器，发挥不出最大的制冷效能。

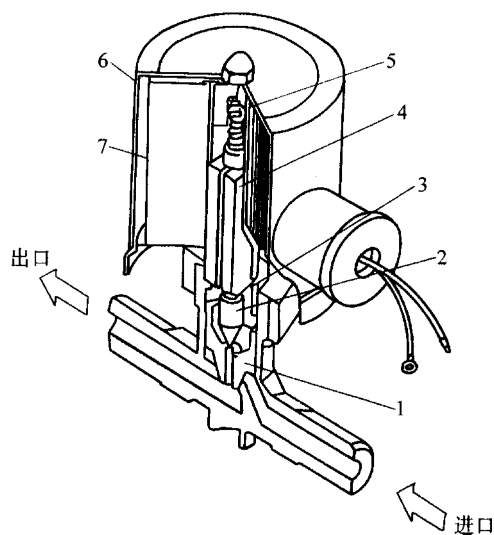


图 4-26　电磁旁通阀

1—主阀　2—阀芯　3—阀杆　4—铁心
5—回动弹簧　6—线圈套　7—线圈

5.1.3　电磁旁通阀

电磁旁通阀实际上是一种开关式自动阀门，其作用是在压缩机高速运转，蒸发温度低于 0℃ 时，将高压端的蒸气放一部分送到蒸发器低压端，以提高蒸发压力，防止蒸发器表面结冰，在制冷机正常运行，旁通阀处于关闭状态，让制冷机以最大的制冷量工作。

电磁旁通阀的构造如图 4-26 所示。由外

壳、弹簧、线圈、铁心、阀杆、阀芯、阀座等组成，其工作原理是控制电磁阀线圈电路通断动作，是由空调器电路中的放大器和热敏电阻控制的。当蒸发器温度为 0℃时，放大器便接通继电器开关，电磁线圈通电，使铁心升起，打开阀门的通路，让一部分高压蒸气进入蒸发器出口，蒸发压力升高，蒸发温度上升。在 5 ~ 7℃时，放大器和热敏电阻发出信号，使电磁线圈断电，则旁通阀关闭。制冷系统又以正常的制冷状态工作。

热敏电阻和放大继电器与前面介绍的原理是一样的。热敏电阻安装在蒸发器风扇的出风口处的安装孔内，以感测蒸发器冷气的温度变化。

此控制装置使用的是负温度特性的热敏电阻。热敏电阻的电阻值输送到放大器，并经放大器放大后，变成直流信号，以指挥继电器的开关动作，控制旁通电磁阀工作状态，保证制冷系统正常工作。

5.2　恒温器控制的双机并联制冷系统

在美国和欧洲，由于发动机具有大功率，大型客车的空调制冷系统一般采用主发动机来联动制冷压缩机。这时因为发动机室的空间有限，不能采用多缸的曲轴连杆压缩机，所以一般采用小型制冷压缩机，并用双机并联来满足大型客车对制冷量的要求。与此同时，为了在高速时节能和在达到正常空调温度时制冷量需求的减少，双机并联均采用节能系统，如图 4-27 所示。

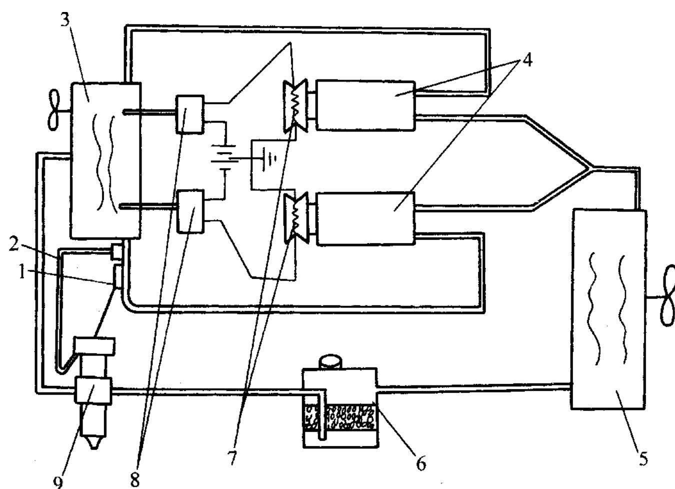


图 4-27　双机并联能量调节制冷系统

1—感温包毛细管　2—外平衡管　3—蒸发器 + 风扇　4—双压缩机
5—冷凝器 + 风扇　6—储液干燥器　7—离合器电磁线圈
8—热敏电阻控温器　9—压力调节器

两台压缩机由主发动机直接驱动。若要求大客车的制冷量为 67200kJ/h，可以选择两台制冷量总和为 67200kJ/h 的压缩机，分装于发动机两侧。两台压缩机均用热敏电阻放大器来控制离合器的工作。一台压缩机在调到 0℃时即关掉压缩机的电源而不制冷，另一台调到更低的温度。很明显当两台压缩机同时高速运转时，才有足够的制冷量使大客车迅速降低温度，使蒸发器表面温度达到 0℃。在一台压缩机停止运行后，还在继续工作的另一台压缩

机，无论它怎样高速运行，也不可能使蒸发温度降到 0℃以下。这样当一台压缩机停止运行时，制冷系统的能耗差不多减少 50%。

双机并联能量调节制冷系统特别适于车内空调冷负荷比较稳定、车速较高的大型客车上应用，例如旅游大巴、中巴。反之对于公共汽车，由于客流量大，车速慢，一般宜采用独立空调制冷系统。

据调查双机并联制冷系统装置成本可降低约 30%，运行费用也可降低约 40%。所以它是一个很有发展前景的制冷系统。

第5章　汽车空调加热系统的温度控制

汽车空调的供暖系统有如下作用：

1）加热器和蒸发器一起将空气调节到人所需要的舒适温度。现代汽车空调已经发展到冷暖一体的水平，可以全年对车厢内的空气温度进行调节。通过冷热风的配送，达到人们所需的舒适性设定温度。

2）冬季供暖。冬天由于天气寒冷，人在运动的汽车内会感到更寒冷。这时，汽车空调可以向车内提供暖气，以提高车厢内的温度，使乘员感觉到舒适。

3）车上玻璃除霜。冬季或者春季，室内外温差较大，车上玻璃会结霜或起雾，影响驾驶人和乘客的视线，这样不利于行车安全。这时可以用热风来除霜和除雾。汽车空调供暖系统按热源可以分为余热式加热系统和独立式加热系统，现分别介绍。

1　余热式加热系统的温度控制

轿车、货车和中小型客车，需要的热量较少，可以用发动机的余热来直接供暖。余热供暖设备简单、使用安全、运行经济。但其缺点是热量较小，受汽车运行工况的影响，发动机停止运行时，即没有暖气提供。余热供暖系统又分为水暖式和气暖式两种。

1.1　水暖式加热系统的温度控制

1.1.1　水暖式加热系统的工作原理

水暖式加热系统工作原理如图5-1所示。从发动机出来的冷却液经过节温器11，在温度达到80℃时，节温器开启，让发动机冷却液流到供暖系统的加热器芯5，在节温器和加热器芯之间设置了一个热水开关8，用来控制热水的流动。冷却液的另一部分流到散热器散热。冷却液在加热器芯散热，用来加热周围的空气，然后再用风扇4送到车内；冷却液从加热器芯出来，在水泵14的泵吸下，又重新进入发动机的水腔内，冷却发动机，完成一次供暖循环。

1.1.2　水暖式加热装置

水暖式加热装置有两种，一种是单独的暖风机，另一种是整体空调器，现介绍如下。

1）单独暖风机总成：它由加热器、风扇、外壳组成。红旗轿车是采用制冷、供暖分开

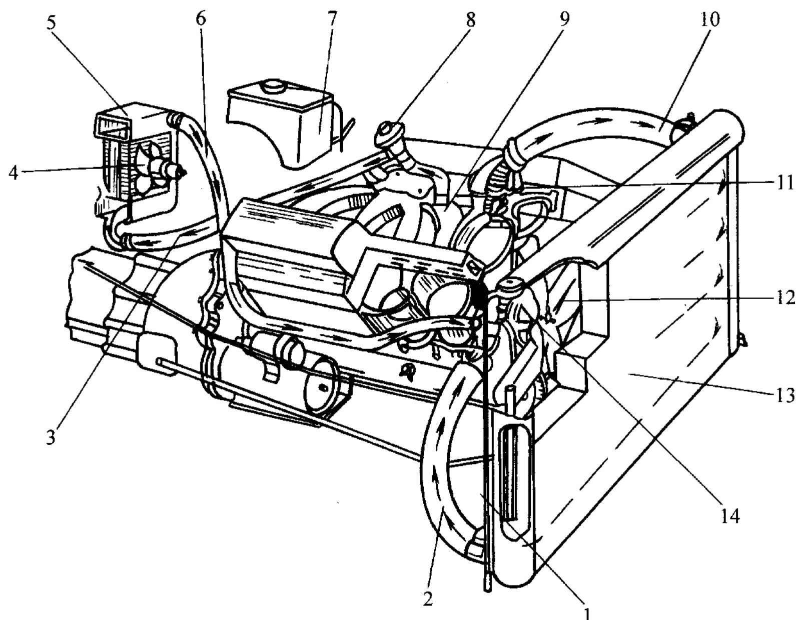


图 5-1 水暖系统工作原理

1—溢流管 2—回液管 3—加热器进水管 4—风扇 5—加热器芯 6—加热器出水管
7—溢流罐（副水箱） 8—热水开关 9—发动机 10—出液管 11—节温器
12—风扇 13—散热器 14—水泵

的方式运行的，温风吹向头和上身；热风吹向足部和风窗玻璃；若调整百叶窗，还可以吹向胸部。这样来达到足暖头冷，让人觉得最舒适。红旗牌轿车采用水暖式供暖除霜系统，如图 5-2 所示。

一般情况下，汽车的暖风采用自然通风的外循环，空气新鲜，采风口在车灯罩后面，经过风机，进入加热器芯加热。红旗牌轿车有三个暖风机，两个在前面，第三个在第一排座椅的底下，吹向后排座位。

风扇的功能是用来调节输出热风量，一般有三档速度可调。

2）整体空调器：整体空调器是把加热器和蒸发器装在一个箱体内，共用一台风扇，如图 5-3 所示。但是两者之间用阀门隔开。

加热器的构造和蒸发器有些相似，也分管翅式和管带式两种，其材料有铜质和铝质两种。冷却液自下而上通过加热器，原因是空气和蒸气不会存留在加热器管道内，妨碍液体流动。

如果是装有自动变速器的轿车，在加热器芯内还附有自动变速器油的冷却器。这样发动机冷却液从加热器芯出来后，需要对自动变速器油冷却后，才回到发动机。

1.1.3 冷却液控制阀（热水阀）

冷却液控制阀装在加热器和进水管之间，用来控制供暖器的冷却液通路。

冷却液控制阀有两种：一种是拉绳钢索式控制阀，另一种是真空控制阀。

1）拉绳钢索式冷却液控制阀：拉绳冷却液控制阀使用在手动空调中，它需依靠人工移

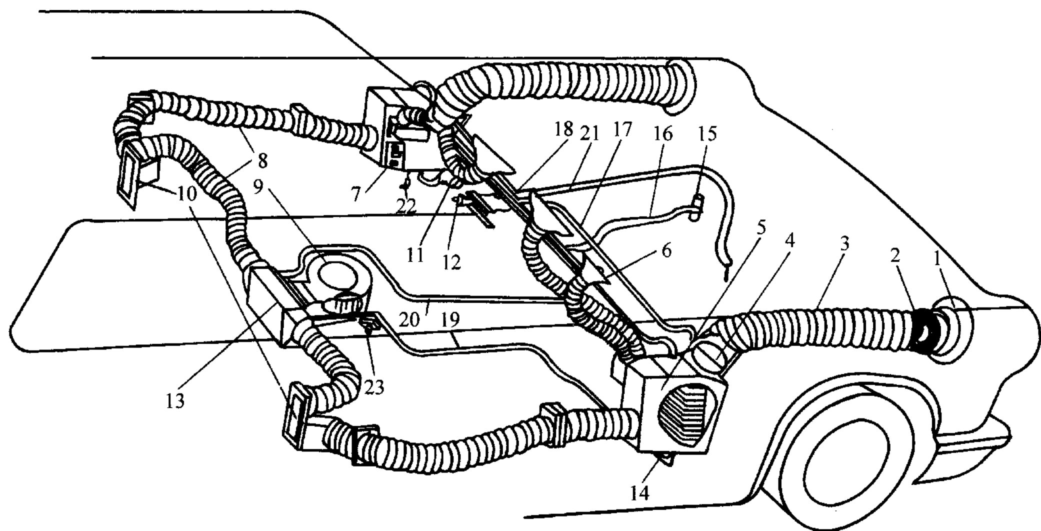


图 5-2　红旗轿车暖气通风系统

1—通风口　2—抽风机　3—风管　4—风道　5—加热器　6—除霜风门　7—前座暖风口
8—后风管　9—后座暖风机　10—后座暖风口　11—风机倒速开关　12—室外空气手柄
13—后座加热器　14、18、20—加热器回水管　15—热水开关　16—总出水管　17—总进水管
19—进水管　21—总回水管　22、23—放出开关

动调节键来移动开关的钢索，来达到关闭或打开控制阀。其结构如图 5-4 所示。

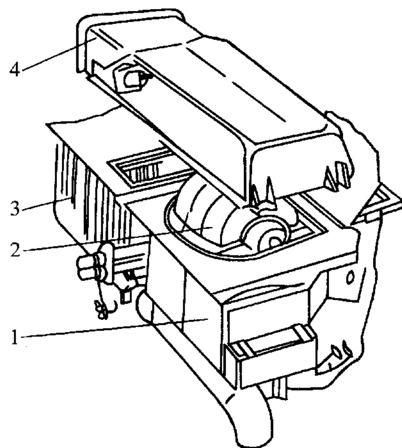


图 5-3　整体空调器

1—加热器芯　2—轴流风机
3—蒸发器　4—进风口

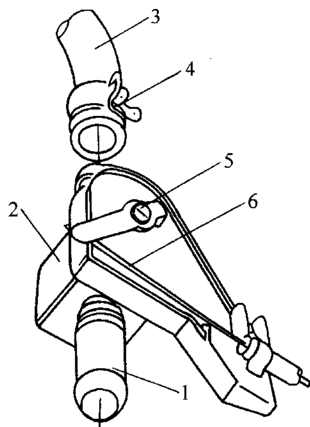


图 5-4　拉绳冷却液控制阀

1—流向加热器　2—控制阀　3—进水管
4—管夹　5—弹簧支架　6—拉绳

2）真空冷却液控制阀：真空控制阀的构造如图 5-5 所示。冷却液控制阀主要是一个封闭真空膜片盒，真空由发动机的进气歧管或真空罐引来。

供暖时，真空膜片盒的右空腔与真空源导通，在两端压差作用下，膜片克服弹簧力，带动活塞一起右移，活塞将冷却液通路开启，这时发动机冷却液便流向加热器，系统处于供暖

状态。若真空膜片盒的真空源断开，则弹簧压力通过膜片带动活塞左移，此时冷却液的通路被关闭，加热器不会发热。

真空控制阀可以用在手动空调上，也可用在自动空调上。

这里要特别注意进出水管的接法，应按箭头方向接，冷却液压力和弹簧压力共同作用，使热水阀处于加强关闭状态。如需要让冷却液进入加热器，真空拉力拉动膜片，克服弹簧力而右移，活塞移动准确。如果反箭头方向接法，在发动机高速运转时，由于水泵吸力大，使活塞两端压差减小，冷却液压力会克服弹簧压力，使真空阀在关闭工况下也会右移，阀门开启，使空调器不能正确控制供暖温度。

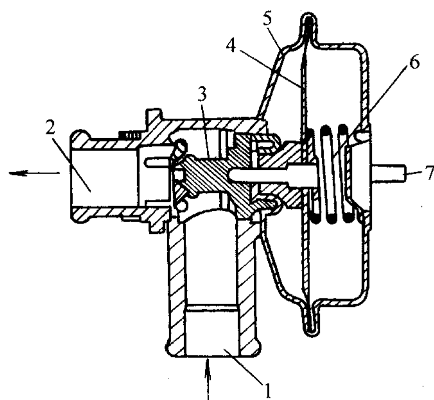


图 5-5 真空冷却液控制阀

1—发动机冷却液接口 2—加热器接口 3—活塞 4—真空膜片 5—大气孔 6—弹簧 7—真空接口

1.1.4 节温器

在水暖式供暖系统中，有一个节温器，装在发动机冷却液通道的出口处，通常在出水软管法兰接口的下面，感温元件装在发动机的冷却水套内，以感应发动机内冷却液的温度。

节温器的作用是：在发动机温度比较低时，将冷却液经过散热器和空调加热器芯的大循环通路关闭，让它只是在发动机内小循环，以保证发动机能在最短的时间内达到正常工作温度，使发动机进入稳定工况。这就是说，节温器的功能是保证发动机的最低工作温度。

标准的节温器在 82℃时，才逐渐打开冷却液的通路，到 96℃时，全部打开，让全部冷却液进行大循环，同样地，在温度降低时，节温器也逐渐关小外循环通道，到 82℃时全部关闭。

节温器的构造如图 5-6 所示。现在使用的节温器都是石蜡节温器，它已经取代了老式的波纹管节温器。其构造如下：

感温物质是石蜡，内掺有铜粉（用来加强石蜡的导热性）。石蜡装在铜感温套内，套中心有一根用弹性橡胶包着的阀杆，阀杆的上端固定在节温器阀体上。阀门紧套在感温套上。

节温器工作原理如下：感温套在冷却液温度较低时，石蜡等不变形，阀门在弹簧作用下关闭冷却液的外循环通道。发动机冷却液只能在小循环流动，如图 5-6a 所示。

冷却液温度上升后，将石蜡加热，由于石蜡的膨胀系数大，并且无定形，所以，膨胀压紧橡胶套，弹性橡胶套受压变形，推动阀杆向上运动，但因阀杆固定在节温器壳体上不能运动，所以，膨胀体只能推动感温套克服弹簧力下移，带动阀门一起下移，打开冷却液大循环的主通道，冷却液流到蒸发器水箱，如图 5-6b 所示。

很明显，温度越高，石蜡膨胀越多，阀门流通面积相应越大，冷却液流量亦越大。所以石蜡节温器是渐开式的，这便适应了发动机冷却液的调温特性。

这里特别说明一下，目前绝大多数汽车的风扇离合器都是硅油型离合器。其作用是使风扇和水泵在冷却液低于 82℃时停止工作，以利于节能。

同时，由于轿车发动机的转速高，使用普通冷却水极易引起冷却水沸腾。现用冷却液一

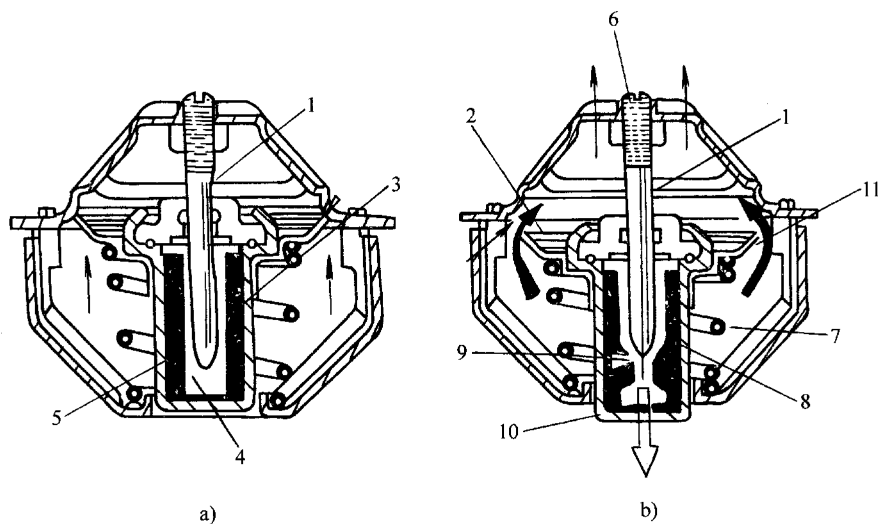


图 5-6　石蜡节温器
1—中心杆　2—阀门　3—石蜡　4—橡胶套　5—感温套　6—调节和固定螺钉
7—弹簧　8—石蜡受热变形　9—橡胶套变形　10—感温套下移　11—阀门打开

般是在水中加入添加剂，使其沸点提高到 130℃，冰点为 -35℃。

1.2　气暖式加热系统的温度控制

对于使用空气冷却发动机的汽车，不可能有水暖式暖风系统。这时可以采用气暖式供暖系统。气暖式供暖系统是最早采用的空调形式之一，是让排气管通过驾驶室直接供暖，例如早期的北京吉普车，以及北方寒冷地带的长途客车。

另一种方法是将换热器铸成带散热翅片的管子，装在发动机排气管上，一方面内腔做排气管用，外侧加热空气并将其汇集起来，送到车内做供暖用。如图 5-7 所示。

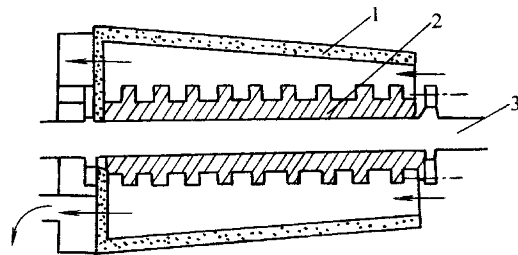


图 5-7　气暖式换热器
1—空气保温管　2—热交换管　3—排气管

由于发动机的废气含热量较高，能够提供足够暖气来调节车内的温度，所以特别适合于北方寒冷地方解决车内供暖问题。但由于废气中含腐蚀性气体，以及有毒气体和微粒，这种取暖器必须采用耐腐蚀材料，连接的密封性必须可靠，否则一旦穿孔，后果不堪设想。所以，上述两种气暖式供暖器，必须安装报警器，以保证安全。

气暖式供暖系统最好采用间接取暖方法。例如近年来兴起的热管换热原理，应用到汽车的气暖式取暖是非常安全的，换热也快。利用废热节能效果显著。

热管换热原理是这样的：在一个抽成真空状态的管里，充进约占 1/3 容积的液体，这种液体要求易汽化，汽化潜热大，无腐蚀，管内填充有微孔金属丝或多孔金属材料，让热流体在其中流动。当热管的受热端吸热时，液体立即汽化，产生的蒸气沿多孔材料上升，在上部

放热端受冷而液化，放出携带的热量，输送到车内。蒸气液化后，变重，沿着金属壁流回受热端，重新蒸发。

热管的换热效果比空气之间换热效果高出许多，速度也快，所以热管式汽车暖风系统很有发展前途。

上面的热空气通过汽车空调的空气配送系统进行了温度的调节和控制，然后送入乘员室。

1.3 废气水暖式加热系统的温度控制

气暖式供暖系统送来的暖气，由于直接采取和高温废气热交换，温度高，空气干燥，送到车内后的空气湿度偏低，总让人有一种烦躁的感觉，舒适性比较差，这可以采用废气水暖系统来改变这一状态。

废气水暖系统很相似于燃气热水器，在总废气出口处，安装一个带翅片的热水器，700～800℃的高温废气加热流过热水器的水，这种水是乙二醇和水的混合液体，温度达到105℃左右，再将热水送到空调器的加热器加热空气，送到车内进行温度的调配和控制。其原理如图5-8所示。

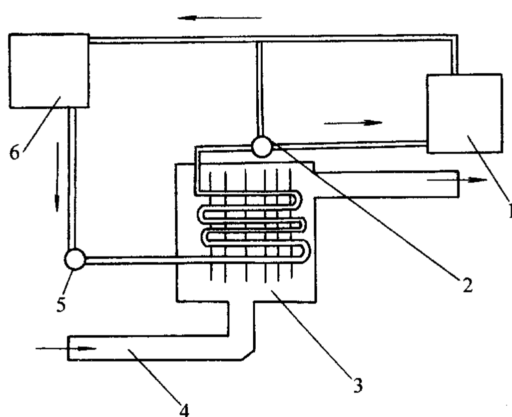


图5-8 废气水暖系统

1—加热器 2—电磁换向阀 3—热水器 4—发动机排气管 5—水泵 6—水箱

加热器里的热水溶液放热后冷却，流进水箱，再在重力和加热后水溶液膨胀的抽力的作用下，使水溶液流过热水器加热，热水再次流到加热器加热空气，完成一次循环。

夏天，加热器停止运行时，电磁换向阀将热水器加热的水溶液直接换流进水箱而不经过加热器，在水箱与热水器之间循环。

本系统在水箱高于加热器的条件下，可以不用水泵，因为受热膨胀之水溶液会自动地迫使液体沿着水箱→热水器→加热器→水箱方向循环。如果增加水泵，则可以加快液体的循环流动，有利于暖气量的温度增高。

本系统的水溶液因长期在系统内部循环，因此必须使用去离子水，并使用防冻液。防冻液的成分（质量分数）为：

水——50%～70%去离子水。

乙二醇——30%～50%。

防锈剂——氧化剂，使用它的目的是将金属管子内部钝化，防止其腐蚀。其成分（质量分数）为亚硝酸钠1.5%～2%、硼砂0.3%～1%。

消泡剂——消除溶液中的气泡。成分为磷酸三丁酯。此类消泡剂还具有磷化金属，防止氧化之功能，其用量为1%～5%（质量分数）。

热水器既可加热水液体，也可以做消声器。由于常受高温腐蚀性气体侵蚀，所以要用耐高温腐蚀的材料。其表面也可以涂覆耐热的磷酸氧化铝涂料来保护。

由于废水暖水供暖系统设备简单，产热量高，又不影响发动机的性能，是一种非常有发

展前途的取暖系统。

1.4　大型客车的余热水暖式加热系统的温度控制

在长江以南的广大地区，冬季的 1 月份平均气温在 –2℃以上，而且寒冷的天气时间比较短，但夏季的时间长，7 月份的平均温度在 34℃以上，大型客车的空调均采用独立制冷系统。如果采用独立的供暖系统，不仅增加车辆成本和质量，而且运行费用增加，使用时间也不长，这些地方使用的空调客车仍然可以使用主发动机和副发动机的冷却液的余热来取暖。图 5-9 是大型客车余热水暖式独立空调系统。

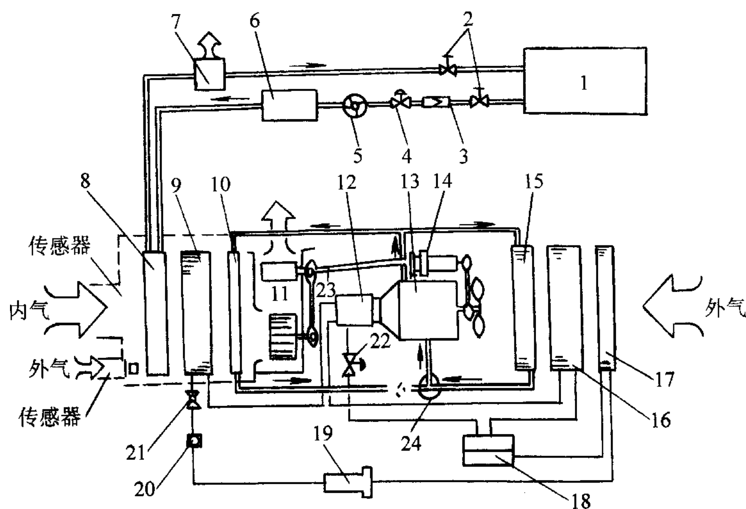


图 5-9　大型客车余热水暖式独立空调系统

1—主发动机　2—手动截止阀　3—过滤器　4—加热器阀　5—水泵　6—预热机　7—除霜器　8——次加热器　9—蒸发器　10—再热器　11—风机电动机　12—压缩机　13—副发动机　14—电磁离合器　15—散热器　16—冷凝器　17—过冷器　18—储液器　19—干燥过滤器　20—视液镜　21—膨胀阀　22—电磁旁通阀　23—万向轴　24—电磁换向阀

从图中可以看出，独立制冷系统是一个典型的热蒸气旁通阀系统，有自己的副发动机、压缩机、冷凝器、储液器、过冷器、膨胀阀、蒸发器和电磁旁通阀。本系统最大的特点是主发动机的冷却液对空调暖气进行第一次加热，而副发动机的冷却液加热器对空气再次加热，室外新鲜空气和回气混合后经过一次加热，再降温除湿，再经二次加热后，送到车内。如果是冬天，冷气可以不用，就单靠主副发动机的冷却液来加热空气。若夏天，暖气不用，则用截止阀关掉主发动机的冷却液，而副发动机的冷却液则由电磁阀全部引向散热器。这个系统在冬天可能略嫌暖气不足，但基本可以保证车内温度在 15℃以上。

2　恒温器控制的汽车空调另置热源加热系统

大型的豪华旅游车、寒带地区使用的客车和轿车，常常采用独立热源式加热系统。

独立热源加热系统是在燃烧器里燃烧汽油、煤油、柴油等燃料，产生的热量加热空气，并将它们输送到车内提高温度，而燃烧的废气则排放到大气中。

独立热源加热系统同样分为独立热源气暖式加热系统和独立热源水暖式加热系统两种。

2.1 恒温器控制的另置热源气暖式加热系统

独立热源又称为另置热源，独立热源气暖式加热装置如图 5-10 所示。这种气暖装置有燃烧室、热交换器、燃料供给系统、空气供应系统和控制系统几部分组成。

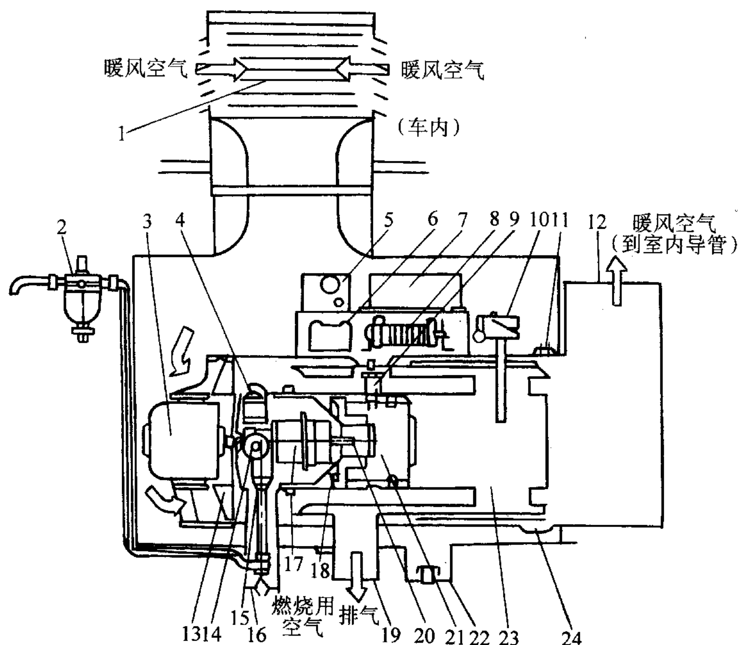


图 5-10 汽车独立热源气暖式装置

1—暖风空气进气口 2—燃油滤清器 3—暖风空气用电动机 4—空气电磁阀
5—开关盒 6—燃烧空气用电动通风装置 7—继电器 8—加热电阻器
9—加热塞 10—炉内热敏开关 11—温度熔丝 12—暖风空气出气口
13—暖风空气用风机 14—燃料电磁阀 15—计量泵 16—燃烧用空气进气管
17—燃烧空气风机用电动机 18—燃烧空气用风机 19—排气管
20—旋转喷雾器 21—燃烧室 22—排水装置 23—热交换器 24—双金属开关

燃烧室有燃料管、火花塞、环形雾化器、分布气帽所组成。环形雾化器直接装在风扇电动机的轴上，依靠离心力和空气的切向力将油雾化、混合，在火花塞点火引燃下，在燃烧室上部燃烧。燃烧室的温度可达 800℃，所以要用耐热不锈钢来制造。热交换器是暖气装置的关键设备，它是两个夹层空腔。中心是燃烧室，包围燃烧室的第一空腔通过加热的空气；在第一空腔外的一层空腔通过燃烧气体，然后引到排气腔。燃烧热量通过金属隔板加热空气，加热后的空气先集中至暖气室，然后送到车内。燃烧室内空气供应由风机完成，燃油泵将燃油从油箱中抽取，经过过滤器、吸入管到油泵，送入环形雾化器后和空气混合燃烧。

空气是依靠暖风空气用风机吹向加热器夹层的。

独立热源气暖装置由鼓风电动机、油泵电动机、电磁阀、继电器、恒温器、接线板、熔断器、控制板和电热塞等组成。

冬季供暖时，首先打开燃油箱开关，然后将钥匙插入供暖通风装置总开关的“0”位置，按下电热塞开关，指示灯亮，此时电热塞的加热电路接通，其电路由蓄电池正极，经总开关、按钮、接线板、电阻、电热塞的电阻丝、接地线，完成一个闭合回路，电热塞因有电流通过而逐渐变热。

按下电热塞开关后约30s，再按下油泵电动机开关，再将总开关转到“Ⅰ”位置，此时鼓风电动机、油泵电动机和电磁阀的电路接通，2个指示灯同时亮。鼓风电动机的电路为：总开关中的“Ⅰ”、接线板、鼓风电动机、接地。油泵电动机电路为：总开关中的“Ⅰ”、油泵电动机开关（另一路径由电磁开关至继电器的绝缘柱）、油泵电动机、继电器的绝缘接线柱、触点、接地线。这时电磁阀打开，燃油流通，油泵电动机转动，将燃油泵入燃烧室，在电热塞引燃下燃烧。鼓风电动机转动，使新鲜空气通过夹层空腔加热，送入车内取暖。

当燃油正常燃烧后，便可松开电热塞开关，并将总开关转到“Ⅱ”的位置，油泵电动机的副励磁线圈接通，其电路为开关中的“Ⅱ”、接线板、油泵电动机副励磁线圈、继电器、触点闭合。由于电流通过副励磁绕组，提高了电动机转速。与此同时，鼓风电动机的电磁开关通电，触点闭合。鼓风电动机的励磁绕组串联电阻被短路，转速下降。这样，供油量增大，供暖空气量减少，温度提高。

恒温器用来自动调节车厢内的温度。在正常情况下，暖风口的温度为180℃。当排气口温度超过180℃时，恒温器的触点闭合，油泵电磁开关有电流通过，一个触点打开，另一个闭合，切断油泵电动机和电磁阀的电路，燃油减少，使排气温度下降。

当排气温度低于180℃，则触点分开，油泵不工作。这时可按总开关中的“Ⅰ”，重新起动油泵工作。

目前很多独立热源加热系统的控制系统都是自动的。例如日本的三国牌、德国的Webosto牌等。

2.2　恒温器控制的另置热源水暖式加热系统

独立热源水暖加热系统和独立热源气暖系统的结构相近，特别是在燃烧室、供油系统和控制系统方面。

两者不同的是加热器。水暖装置的加热器是管带式或管翅式结构。管子内部流通待加热的水，而管外的翅片是为了增加热空气的换热能力。水暖装置的换热系数大于气暖装置，高达80%～83%。而且暖气比较柔和而不干燥。

水加热器的最大优点是不仅可以作为车厢供暖用，而且还可以预热发动机，预热机油和蓄电池，便于冬季发动机起动和很快转入稳定状况。待发动机工况稳定后，再将被加热的水引向车厢内的加热器作为供暖用。如果水加热器和发动机冷却水管相通，在发动机冷却液低于80℃时，水加热器的热水首先供应预热发动机。到冷却液温度高于80℃时，由于石蜡式恒温器的控制作用，会将发动机的冷却液引进暖气加热器。当冷却液温度在95℃，会自动切断燃烧器的油泵的电源，停止供油，节省燃料。而加热器中的水泵继续工作，以保证水加热器零件不因过热而损坏和保持继续供应暖气。

第6章 汽车空调车内送风量配送和温度的调配控制

应用汽车空调的目的便是为了在不断变化的车外大气环境条件下，仍能保持车内温度、湿度稳定在车内人员所需要的舒适性范围内，这就不仅要求温度、湿度稳定，还要求空气清新，这样仅靠前述的制冷和加热系统对空气的制冷、加热便很难满足上述要求。为此，还需配备风量配送及温度的调配系统，以满足人们的舒适性和空气清新的要求，本章便将对此予以一一介绍。

1 汽车空调车内送风量的配送方法

为了健康和舒适，车内空气要符合一定的卫生标准，从而需要输入一定量的新鲜空气进入车内。新鲜空气的配送量除了考虑人们因抽烟、除臭气等应增加的量，还必须考虑造成车内正压和局部排气量所需风量。将新鲜空气送进车内，取代污浊空气的过程，称为通风。

新鲜空气进入量必须大于排除和泄漏的空气量，才能保持车内压力略大于车外的压力。保持车内空气正压的目的是防止外面空气不经空调装置直接进入车内，而且能防止热空气泄出，以及避免发动机废气通过回风道进入车内，污染车内空气。

根据我国对轿车、客车的空调新鲜空气要求，换气量按人体卫生标准最低不少于 $20m^3/(h \cdot 人)$，即每小时每人应输入新鲜空气量最低不小于 $20m^3$。且车内的 CO_2 的质量分数一般应控制在0.03%以下，风速在0.2m/s。

汽车空调的通风方法有两种：一种是迎风通风方法；另一种是动力送风方法。排气也有两种：一种是自然排气方法；另一种是动力排气方法。

为了保证车内空气压力为正值，以及考虑到新鲜空气干净度，选择通风的进风口和排风口，便显得非常重要。图6-1是汽车行车时，车厢内外空气压力分布图。

很显然，进风口必须布置在汽车行驶的正压分布区内。这时，外界空气经过过滤和进气控制阀的控制，可保证车内的空气为正压、清洁；反之，排风口则应选择在负压区，以有利于迅速排除车内污浊空气。

轿车、货车的新鲜空气进口布置在车头部位，这个位置属于正压区，而且进来的空气比较新鲜。为了避免发动机室对空气的污染，用一条塑料管将室外新风直接引进空调器。

大型客车的进风口布置则比较复杂，它是根据蒸发器和空调器安装位置来设置的。整体式独立空调的进风口都应该避免设在有灰尘的地方，所以一般装一条吸气管通到车顶，用强制的动力将空气吸入。

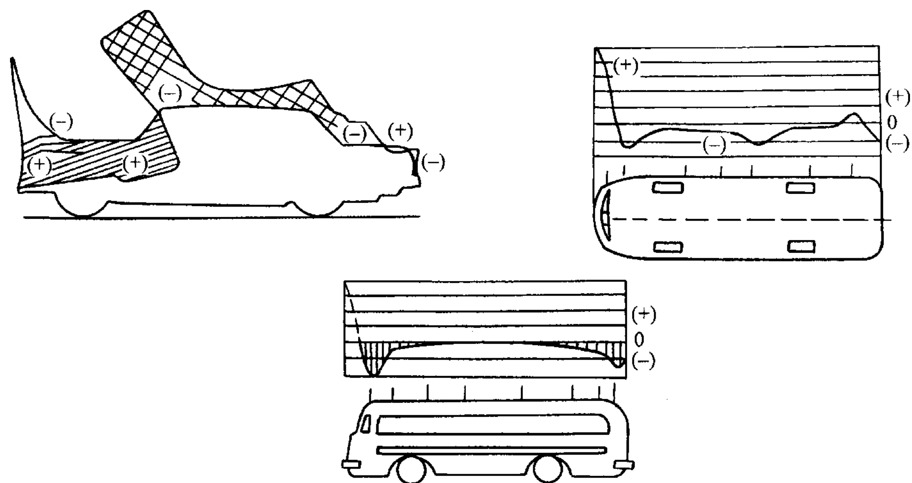


图 6-1　轿车和客车行车时车厢内外空气压力分布

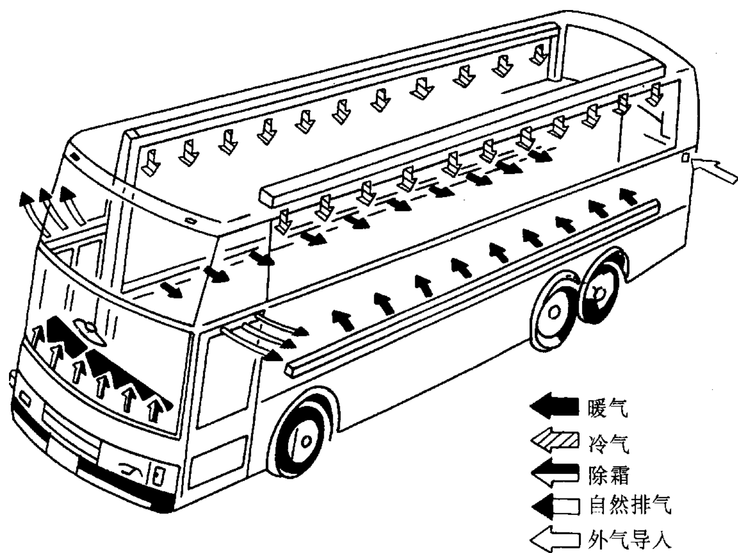


图 6-2　大客车空调风在车内的循环

大部分空调客车排风口都设在车前部驾驶室两侧上部。安装在这个位置的好处是：该处是最大负压区，有利于引导车内空气排出和流动；其次是在空调风在车内流动循环的最后部分设置排风口，如图 6-2 所示。空调风吹出后，经车内中间部分、座底部回流，再沿着前部两侧上升到排风口排出车外，这样充分利用了气流的能量。

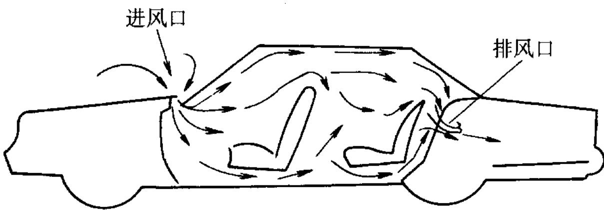


图 6-3　轿车空调风的循环

少部分大型客车，考虑到温度分布的均匀性，而采取强制排气方法。在车侧的中间开有排风口，再用管道将其引到一个抽风机，将浊气抽出车外。

图 6-3 是轿车的空气流动典型方

式。车外新鲜空气从头顶布置的进风口进入，然后在车内循环流动，从后门棱上的排风口栅格排出。

所以只要风机一起动，车内即开始吸入新鲜空气。

进风口处都装有进气阀和内循环空气阀，用来控制新鲜空气的流量。不过应该注意的是，当空调器刚起动时，车内温度比较高，这时应关闭外来空气口。让车内空气循环通过蒸发器，尽快降低车内的温度，然后才打开外来空气口进气阀，保持车内空气的清新度。

2 汽车空调车内送风量配送系统的温度调配控制方法

2.1 汽车空调车内典型送风量配送系统的温度调配控制

汽车空调，由单一制冷和供暖方式发展到现在的冷暖一体化方式，才算真正达到了对空气温度调节的目的，使汽车可以不分南北东西、冬夏的气候变化，舒适地行驶。目前世界市场上出售的带空调的汽车，基本上采用冷暖一体化空调器。其配气系统和温度调配系统如图 6-4 所示。其空气温度调配和输送分配如下：空气的清新度是由风门来调节和控制的，循环空气在风扇抽力下进入空调器。风门在 A 位置，则将外来新鲜空气送入空调器；当风门在 B 位置时，则送风机供车内空气自循环使用；有些空调的风门可以在 A 和 B 之间的任意位置，这样可供外来空气和车内空气进行调配。

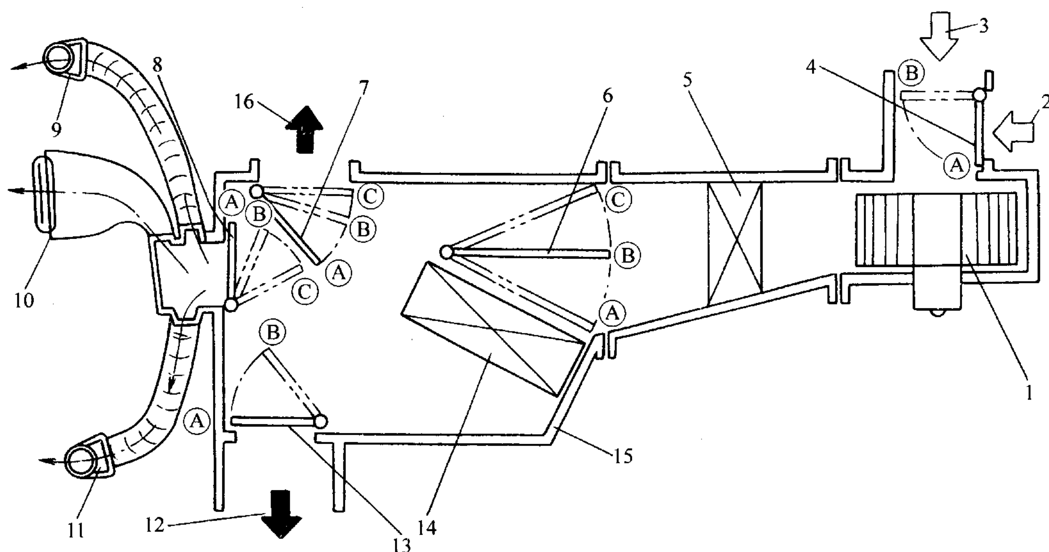


图 6-4 典型汽车空调器温度调节和配气图

1—轴流风扇 2—车内循环空气口 3—外来新鲜空气 4—外来空气口 5—蒸发器 6—调温门 7—除霜门 8—中风门 9、11—两侧风口 10—中风口 12—下风口 13—下风门 14—加热器芯 15—空调器外壳 16—上风口

空气在风扇的输送下，流过蒸发器，发生降温除湿变化。调温门的作用是调节空气的温度。当调温门在 A 位置时，冷空气不经过加热器，这样的空气温度最低，供夏天时用以降低车内温度。当调温门在 B 位置时，有一部分冷气经过加热器芯，温度升高，一部分空气

不经过加热器芯，两部分不同温度的空气混合后，得到某一温度的空气，输送到车内；调温门在 A 至 C 之间的任一位置，可以得到所需调配温度的空气。这样，人们可以根据实际需要，调节调温门位置，可以得到不同温度的空气，来调配车内的温度。当调温门在 C 位置时，则全部冷空气进入加热器芯，得到较高温度的空调风。显然，经过和不经过蒸发器降温除湿的两种位置的空气状态是不同的，最大的区别是相对湿度不同，其次温度也有所差别。

调节温度后的空调风，需要经过除霜门、中风门和下风门输送到车内。当车前风窗玻璃有霜和雾时，可以打开除霜门，让外来空气经蒸发器除湿后，再全部通过加热器芯加热后的热空气从上风口吹向风窗玻璃，进行除霜。冬天，乘员脚下较易感觉寒冷，这时可以打开下风门，让热空气从下风口吹向脚部。一般情况下，空调风从中风口吹向乘员的前上部。调节中、侧风口上的栅格，可以将空气导向头部和前胸各部分。

空气温度的调配值除了与调温门有关外，还决定于风扇的转速和外来空气口的位置。当车内空气循环使用时，在没有外来空气的条件下，车内的空气温度波动较小。在夏天需要快速降低车内温度时，便需要使用车内循环空气的方式，让通过蒸发器的气流温度不断下降，然后送入车内，这样才能快速降低空气温度。而当冬天外面空气较冷，需要车内温度尽量高时，可反复循环车内已经升温的空气。但一般情况下，为了保证车内空气清新，均使用外来空气引进车内的方式，否则车内空气混浊，令人不舒服，甚至引起呕吐等。

空调器内的风机转速，也能引起人们感觉到空调环境的改变。若用高速空气流输送空调风，虽然此时空调风吸收蒸发器和加热器的能量和低速时差不多，但由于风速快，流量大，则空气流的温度比低速时高，而人的感觉还是觉得高速时温度低。产生这种错误感觉的根本原因是空气流速高，换热量增加，能较快蒸发人的皮肤上的水分。所以，夏天，都采用高速风，而冬天，则采用慢速风。因为夏天，风速越快，人越觉得越凉快，而冬天，慢速风会使人觉得暖和。

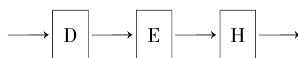
这里需要指出，吹向风窗玻璃除霜的热空气采用外来的空气。其原因是在冬天行车时，外面的空气干燥，而车内的空气经人体呼吸出来的水分和人体蒸发的水分所渗湿，相对湿度比车外高。在风窗玻璃上，受到环境的冷却而达到饱和，继续受环境冷却，就会在玻璃上起一层薄霜或者水雾，妨碍人们的视线。显然，这层霜或雾是在车内玻璃这端而不是车外。如果用车内循环空气加热后来除霜，结果就会产生更厚的水雾附在玻璃上。其原因是车内湿空气加热后吹向冷玻璃，湿度马上提高，使玻璃的霜变成雾或者凝成小水珠。所以必须用车外空气经过再加热后喷向玻璃。这时，外面冷空气干燥，吹向玻璃，融化霜后，吸收其水蒸气而除去霜。玻璃表面不会再有水珠。

2.2　汽车空调其他方式送风量配送系统的温度调配控制

除了上面介绍的空气混合式和冷暖风独立式外，在汽车空调中常用的配气方式还有几种。

2.2.1　再热空气混合式

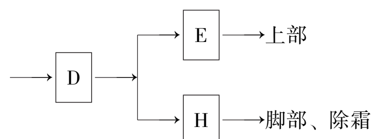
新鲜空气和循环空气经风门调合后，由风机 D 吹向蒸发器 E 进行冷却，再经过风门进入加热器 H 加热，处理后的空气分别按功能要求从出风口送入车内。其顺序为：



混合空气的温度控制采用热水阀控制。若不用热水，则出来的是未经过加热的冷空气；若不用制冷，则出来的是暖风；若冷暖气均不用，则出来的是自然风。

2.2.2 冷风和热气并进式

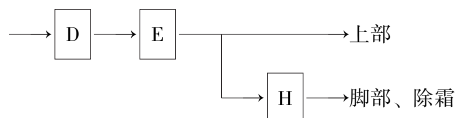
新鲜空气和循环空气经风门配送后，由风机 D 吹出，空气经由调风门调节后进入并联的蒸发器 E 和加热器 H，蒸发器的冷风从上面吹出，对着人身上部，而热空气对准脚下和除霜。由于风量和温度多种多样，则由风门调节空气流量的大小分别进入蒸发器和加热器，以满足不同温度、不同风量的要求，其方式为：



同样，在 E 或 H 不用时，则送到车内的就是纯暖气或纯冷气；若两者都不运行，则送入车内的为自然风。

2.2.3 半空调方式

新鲜空气和车内循环空气经风门调配后，先经过风机吹进蒸发器冷却，然后由风门调节，一部分或大部分进入加热器，冷气出口不再进行调配。其方式为：



同样，由风门来调节送入车内的空气温度。若 E 不开，则空气全部引到加热器，送出的是暖风；若 H 不开，则送出来的全部是冷风；若两者都不开，则送出来的是自然风。

一般情况下，当前使用最多的温度调配方式是采用再热空气混合式，即空气先经过蒸发器进行降温除湿处理后，再用调温门将一部分或大部分空气送到加热器取暖，出来的热气和冷气再混合，这样可以调配出人们所需要的各种温度的空气。而用来除霜的热风可以直接从加热器引到除霜门，直接送到风窗玻璃。

2.2.4 高级轿车的冷气和暖气分开配送系统

一部分高级轿车，冷气和暖气的配送是分开的。例如红旗轿车和某些型号的奔驰轿车。冷气从上面向下吹至乘员的头部和上身的部分，暖气则吹向脚部，创造了一个头冷脚暖的环境。由于空气温度的调配是在车厢内进行的，所以垂直面上的温差比较大，使人觉得不太舒服。因此，冷气温度不能太低，暖气温度不能太高，即使这样，温度的舒适度也比较难调节。所以，这种空调系统已被逐步淘汰。

目前在高级轿车空调上，出现了一种电脑控制的空调系统，在它的每个座位上均安装了一个微型空调器，这样每个乘员可以按自我要求调节空调器吹上自己身体各部分空调风的温度，创造出一个微型的上冷下热的舒适环境。这点对于不同年龄的乘员很有必要。

这类调配空调器吹出空气的温度、流向，以及其他各种各样参数的选择，有手动调节、半自动调节和全自动调节、微电脑调节等方法。

3　手控汽车空调送风量配送及温度调配控制系统

手动调节的汽车空调系统目前仍然在大多数中级和经济型轿车、面包车、货车上使用，是最普通、最经济的一种调节方式。其温度的调配、通风机构和风向、风速等都是依靠驾驶人通过各种功能键来实现的，这必然会增加驾驶人的工作量，而且调定的空调参数亦不一定在最舒适的范围内。

下面介绍手动调节的汽车空调系统送风量配送和温度调配控制系统。

3.1　控制板上功能键的用途和使用方法

汽车空调系统在仪表板上都装有空调控制板，如图 6-5 所示。

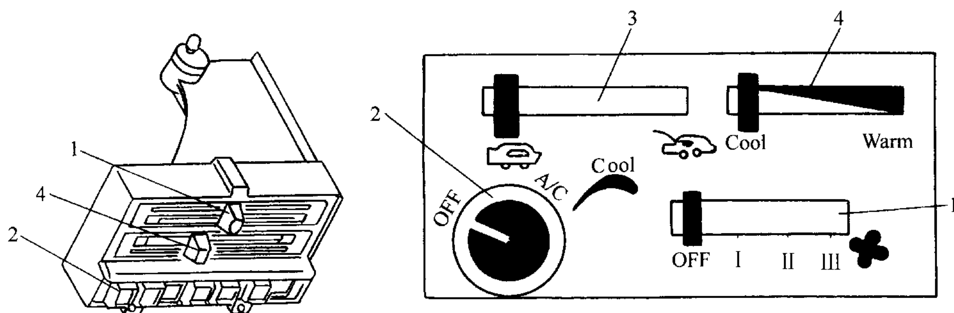


图 6-5　汽车空调控制板

1—调风键　2—功能选择键　3—后窗除霜键　4—调温键

不同汽车空调，控制板的控制键和形式有所不同，但它们功能键的功能基本相同，对于手动调节系统更是如此。我国生产的北京切诺基、桑塔纳、标致、奥迪，以及第二汽车制造厂生产的富康等轿车以及轻型货车均如此。

控制板有 4 个功能键，它们分别是：

1）功能选择键：它用于对空调系统功能进行选择，即要求空调是供暖、制冷、冷暖风或者除霜。具体功能选择键的名称和功能如下：

OFF——停止位置；Max——最冷位置；A/C——空调位置，是英文空气调节的缩写；Vent——自然通风位置；Floor（或 Heater）——暖气位置；Mix（或 BiLevel）——供暖或除霜位置；Def——除霜位置。

功能选择键在移动（旋钮式的功能键则是转动）时，就能改变真空开关的通路。通过真空开关来控制真空驱动器；再由真空驱动器来控制各个风门的开度、关停，从而达到调配空气的温度、流向的目的。

2）调温键（又称温度键）：调温键是控制调温门的开关，由拉索（钢索）和调温门联结。调温键的左边是冷端（Cool），右边是暖端（Warm）。键处在左端的 Cool 位置，则调温门关闭通向加热器的通路，出来的空气是未经加热的空气。键处在右端的 Warm 位置，经过

蒸发器降温除湿后的空气全部进入加热器，送入车内的空气是经过除湿后的暖空气。调温键可以在左右两端作自由无级移动，其中间的每一个位置，对应调温门也有一相应位置。

控制调温键，同样也就控制了加热器的热水控制阀。当调温键处于最左端的 Cool 位置时，热水控制阀处于关闭状态，加热器没有热水通过。当移动调温键离开 Cool 位置，调温键也就拉动热水控制阀的钢索或真空开关，打开供暖系统通路。

如果调温键是旋钮式的，其控制调温门和热水阀便都是应用真空驱动器来控制的。

3）调风键　调风键只能控制空调器内的鼓风机，而不能控制冷凝器的风扇。一般空调器开关有 4 个调速档，即 Hi（高）、Lo（低）、M1（中速 1）、M2（中速 2）和 OFF（断开）。

调风键其实是一个电阻箱，是通过改变电动机的线路电阻来改变风扇电动机励磁量，以达到调节转速的目的。

4）后窗除霜键：一般轿车的空调器都前置安装，车内玻璃有霜或有雾，可以将热风从上风门吹到前面风窗玻璃上。但是，如果后窗有雾或起霜，将热空气引到后面，就显得管道过长，而且车内布置也有困难。

对于前置式空调系统的后窗除霜，一般采用电加热空气的方法，然后用吹风机将热空气吹向后面的玻璃，以除去雾气和霜。

后窗除霜键的旁边有一个指示灯。当开关接通时，指示灯亮，提醒人们后窗除霜在工作，不要忘记切断电源。

3.2　手控汽车空调系统的使用和控制

现以最有代表性的轿车为例，说明温度键、功能键和空调器的控制门之间的关系。如北京切诺基吉普车的空调系统是先制冷、后加热、再混合的空调系统，其中有关配气图上的符号为：V——有真空作用，NV——无真空作用，PV——部分真空作用，是一个伺服真空驱动器。

1）OFF（关）位置：功能键选择在 OFF 位置时，控制板上的各键如图 6-6a 所示的位置。制冷系统和风扇都不工作，只有真空系统工作，外来空气口对外关闭，各风口无空气流动。空调器内各控制阀门的位置如图 6-6c 所示。这时，如果真空系统产生泄漏，外来空气口将关不死，外来空气则可能窜入空调器内。如果发动机停止运行，真空系统的真空源消失，各个控制门均处于 NV（无真空）状态，外来空气口因 NV 而打开，但外面的空气不会进来（因为这时汽车停开，没有迎面风，不产生正压力气源区）。

2）Max（最冷）位置：如图 6-6，功能选择键在 Max 位置，调温键 12 应放 Cool 位置，调风键 11 必须放置在 Hi 位置。

驾驶室内四个中风口 7 将送出最大冷风量。

此时，空调器内的各阀门位置，除霜门 8 闭，下风口 9、中风口 7 开。外来空气口 4 切断外来空气，车内循环空气口 5 开，车内循环空气门投入使用。此时压缩机正常工作，空调器风扇高速转动。调温门 6 关死加热器通路，车内全部空气内循环到车内循环空气口 5，再进入空调器。

由于循环车内空气，故车内空气温度很快下降，而且空气随时间延伸而变浊，所以此功能键使用时间不能太长，一般 10 ~ 15min。

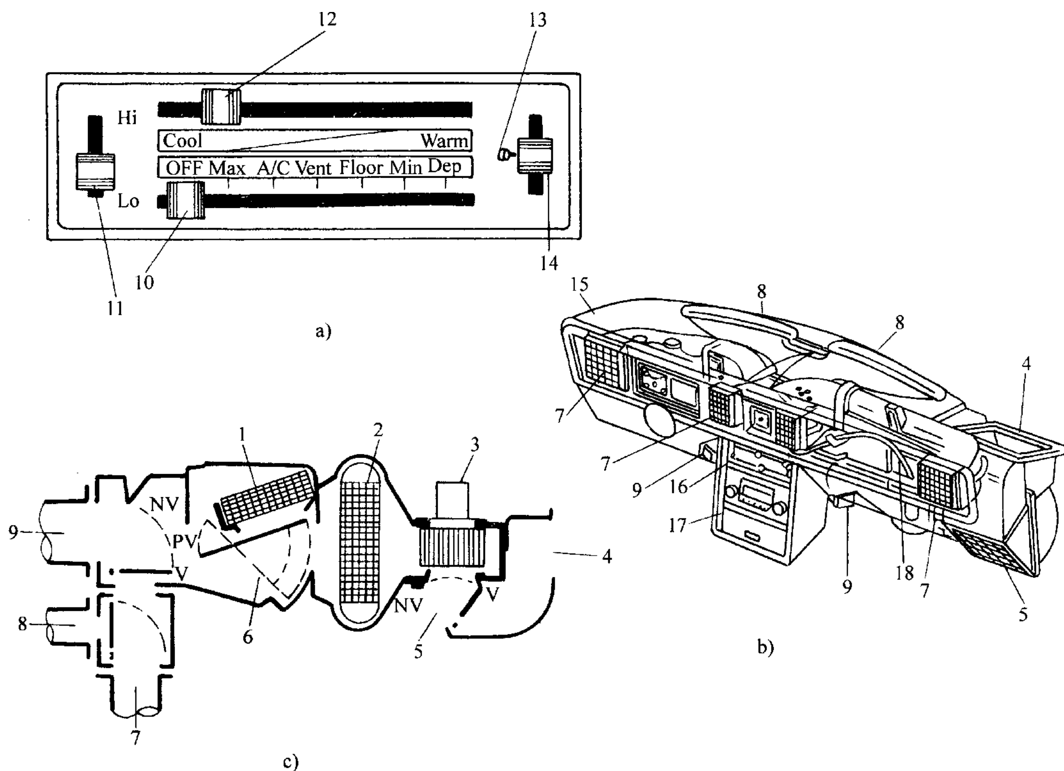


图 6-6　关闭空调时，空调器工作状态

a）控制板　b）空调器外壳　c）各控制阀

1—加热器　2—蒸发器　3—风扇　4—外来空气口　5—车内循环空气口　6—调温门　7—中风口　8—除霜门　9—下风口　10—功能选择键　11—调风键　12—调温键　13—除霜指示灯　14—后窗除霜键　15—空调器壳　16—空调控制板　17—收录机　18—调温键拉索

要想改变车内温度，对于调温键是拉索（钢索）控制的，当改变调温键的位置时，即可改变调温门的位置和打开热水阀开关，来达到调温目的。但是有些汽车空调，其热水阀是真空开关的，便达不到上述目的，因为这时当功能键在 Max 位置时，真空选择器关闭热水阀的真空气路，发动机的热冷却液不能流到加热器中。

除非必需，一般不应该将功能键置于 Max 位置来调节调温键。因为这样没有新鲜空气进入，空调也达不到舒适程度。由于空气的污浊，会引起人们不舒服，甚至呕吐。

3）A/C（空调）位置：如图 6-6 所示，A/C 和 Max 之间的唯一差别，就在于 A/C 的外来空气口接通外界空气。在 A/C 位置时，此时中风口 7 开，下风口 9 开，除霜门 8 闭，调温门 6 可调开至最大，车内循环空气口 5 闭，调风键 11 应置于 Hi 位置，让车外的空气高速流过蒸发器，让制冷系统发出最大的风量。同时，使蒸发器难于产生冰堵现象。

在 A/C 位置时，空调风可以不通过加热器，这时，调温键 12 在 Cool 位置，吹出的是未经加热调配的冷风，显然这种风的温度和 Max 时一样。如果移动调温键 12 在其他任何位置，被冷却过的风有一部分经过加热器加热，再在混合室内调配后送出，若调温键 12 移到 Warm 位置，则冷却除湿后的空气全部送到加热器加热，送到车内的风比较暖。显然调温键 12 从 Cool 无级地移到 Warm，空调的温度将由冷向暖变化，这样四季都可以按照当时人们的

感觉来调节车内温度。

4）Vent（通风）位置：如图 6-6 所示，在 Vent（通风）位置时，外来空气口开，中风口 7、下风口 9 开，除霜门 8 闭，车内循环门 5 闭，制冷系统不工作，气体由外面新鲜空气进来，温度门关闭加热器的通路。

Vent 时，控制板位置调温键 12 可调，后窗除霜键 14 居中，调温键 12 居 Cool，功能选择键 10 居 Vent，外来的空气从仪表板上的中风口 7 出来，直吹人体上部，空调器控制阀门位置和 A/C 不再热时一样。

调风键 11 可以任意档数。自然通风时，一般都是秋天时使用，所以还可以移动调温键，加热自然风的温度。

5）Floor（暖风）位置（Heater）：如图 6-6 所示，Floor 的英文是地板、车板的意思，在这里指吹向车板的热风，所以现在很多汽车空调的功能选择键都改为 Heater。

功能键 Floor 位置时，车内循环空气口 5 闭，外来空气口 4 开，下风口 9 开，除霜门 8 开，中风口 7 闭，调温门 6 可调。制冷压缩机不工作，调温键离开 Cool 的位置，气源门通向车外，所以 Floor 是车外空气加热后吹向脚下。其控制板状况，后窗除霜键 14 居中，调风键 11 处 Hi 位置，功能选择键 10 在 Floor 位置，调温键在 Warm 位置。和 Vent 最大区别是仪表板门的出风口不同，Vent 是吹人体上部，而 Floor 是暖空气大部分吹向脚部，吹向地板，有少量热气吹向风窗玻璃。

暖风的温度可以随意调配，从冷到最暖只要移动调温键 12 即可。同时，调风键 11 也相应地由 Lo 向 Hi 移动，则车内温度由低向高渐进升高。如控制板的调温键 12 在 Warm 位置时，空气最暖和，因为全部空气通过加热器再出来。调温键在其他位置时，只有部分自然风通过加热器。

6）Mix（取暖和除霜）：Mix 的英文原意是混合的意思，在这里是取暖和除霜两个功能混合键。在此键时，车内空气循环口 5 闭，中风口 7 闭，外来空气口 4 开，调温门 6 居大开位置，下风口 9 开，除霜门 8 开，向风窗玻璃吹出暖风，用来除霜；下风口 9 向车板同时吹出暖风，用来暖和身体下部分，并通过扩散，提高车内空气温度。

Mix 位置时，制冷机停止运行。调温键 12 离开 Cool 位置，在靠近 Warm 位置移动。Mix 键都是在冬季使用，故供暖空气温度相应高一些。此时，后窗除霜键 14 居中，调风键 11 至最小。

调风键的选择，应根据车内温度高低来决定，车内温度高时移至 Hi；车内温度低时移至 Lo。

Mix 与 Vent、Floor 键的最大区别是两风门同时送暖气，其空调器的控制阀门位置相同。除霜和供暖的空气都必须采用外面的空气。

在 Mix 位置时有一种特别功能，就是如果外面的气温在 10℃以上时，压缩机会自动地工作，蒸发器先对外来空气除湿，否则，除霜效果比较差。

7）Defroster（除霜）位置：如图 6-6 所示，Defroster，一般缩写为 Def。在此位置时，外来空气口 4 开，调温门 6 开（开→最大），下风口 9 微开，除霜门 8 开，中风口 7 闭，车内循环空气口 5 闭，中间仪表板上的中风口关闭，热气流导向风窗玻璃，但有少量的热空气流向地板，其控制板的状况功能键至 OFF，调温键居 Warm，调风键由 Lo 至 Hi 位置。

调节调温键 12，温度控制阀门通过控制加热器的空气的多少，从而改变送出空气的温

度高低。

同样，除霜的空气是外来空气。如果车外气温高于 10℃时，压缩机会自动工作，对外来空气先进行除湿后，再加热。

由于 Vent、Floor、Mix 使用不需压缩机运行，所以又称这三个功能选择键叫经济功能键（Eeonomy）。

控制板上的功能选择键、调温键和调风键的操纵机构，都安装在控制板的后面。控制板上的操纵机构有两类：一类是拉索机构，另一类是真空回路。

3.3　手控拉索式（钢索式）汽车空调的使用和控制

图 6-7 是拉索式的空调器控制板分解图。

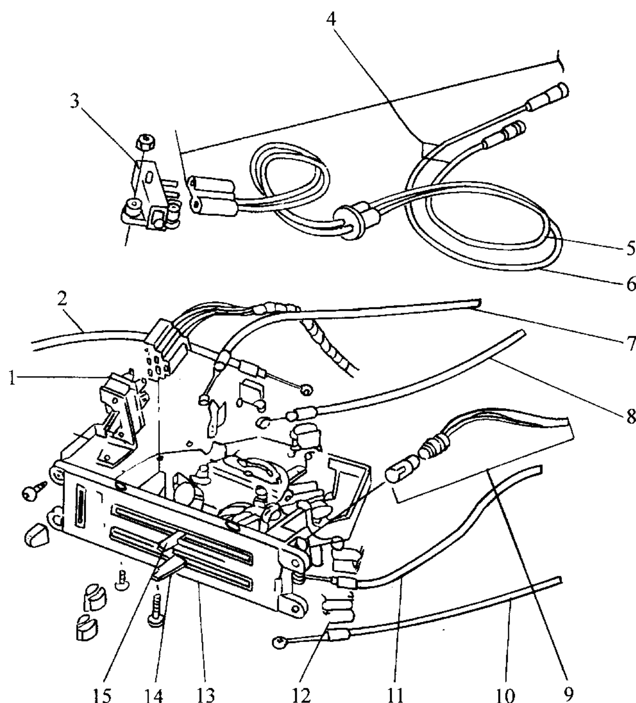


图 6-7　拉索式空调器控制板分解图

1—调风键总成　2—下风门拉索　3—真空切断开关　4—真空软管　5—真空冷却液控制阀接口　6—真空罐接口　7—除霜门拉索　8—气源门拉索　9—离合器控制电路　10—温度门拉索　11—中风门拉索　12—恒温器　13—控制板　14—功能选择键　15—调温键

3.3.1　调温键操纵真空冷却液控制阀

真空气路的控制开关安装在调温键的 Cool 位置的后面，移动调温键，便能带动真空气路控制开关至接通真空通路的位置；当调温键移至 Cool 位置时，又可切断真空通路。调温键还能带动调温门拉索，当移动调温键时，则可调节调温门通向加热器风量的多少，从而达到了调配输出气体温度的目的。

3.3.2 功能选择键的拉索控制

该键首先控制压缩机离合器电路开关，当功能选择键选择在经济键时，便会停止制冷压缩机运行。因为，功能选择键只要处于经济键位置时，就切断了离合器电路，反之功能选择键在 Max、A/C 位置时，则接通离合器电路，压缩机运行。

其次是控制外界空气和车内空气再循环的拉索，即控制外来空气口的拉索。空调的空气循环，只有功能选择键在 Max 位置是空气进行车内循环，其余的位置都会引入外来的新鲜空气。所以，外来空气口的拉索开关设置在 Max 位置。当功能选择键在 Max 位置时，拉动外来空气口拉索，便能克服气门上的弹簧，关闭外界空气的进气通道；反之，移动功能选择键到其他的位置，则外来空气口的弹簧关闭车内循环空气口，而将外来空气口开启。

下风门拉索是由功能选择键 Floor 控制的，使热空气吹向脚下。除霜空气拉索由功能选择键 Def 控制，它使热空气吹向风窗玻璃。如果功能选择键在 Mix 位置，它能同时拉动下风门和除霜门拉索，使暖空气在下风口和上风口进行调配。

控制板上还有调风键，即风机开关，它是一个组合式接线插座，通到电阻器内。

控制板上装有温度控制器，温度控制器的感温包毛细管或热敏电阻均安装在蒸发器的出风口位置，所以修理控制板时，务必细心。

控制板上一般还装有收音机等电器，在此不一一介绍。

3.4 手控真空控制汽车空调的使用和控制

由于汽油发动机的进气歧管能产生足够的真空度，所以很多汽车空调利用这一真空源来进行空调配气的温度调配。

3.4.1 手动真空控制原理

空调器各种功能的真空回路控制结构如图 6-8 所示。功能选择键在各种不同的位置时，通过一条或几条真空管路，驱动一个或几个真空驱动器工作，从而调节一个或几个阀门（风门）的位置，使空调发挥出相应的功能。

如图 6-8 所示，真空源由发动机进气歧管引进来，在真空罐中储存，然后再通过真空管和真空接头或空调真空控制器相连，并由真空控制器分别控制各个真空驱动器的工作。

调温键控制调温门，它是通过拉索来控制，以进行空调温度调配的。

当功能选择键在 OFF 位置时，真空选择器置于真空通道①，此时真空驱动器 6 处于真空作用，关闭车外空气阀，真空驱动器 7 左侧为真空作用，关闭下风口阀门，5、6 真空驱动器为无真空作用，关闭热水真空阀和关闭中风口，但除霜门打开。由于外来空气口关闭，上风口没有空气进来。

当功能选择键在 Max 位置时，真空通路为选择器中的②，此时真空驱动器 6 为真空作用，外来空气口在设定位置上，让 20% 的车外空气和 80% 的车内循环空气进入空调器。真空驱动器 7 右端真空作用，则关闭下风门，下风口没空气进来；真空驱动器 8 为真空作用，则打开中风口，关闭上风口，让空气从中风门出来，吹人体上部。真空热水阀的通断受调温键控制。此时，调温键在 Cool 位置，故热水阀关闭冷却液进入加热器芯的通路，如果稍微移动调温键偏离 Cool 位置，这时由于选择器已接通真空回路，所以冷却液中还是会通到加热器的。

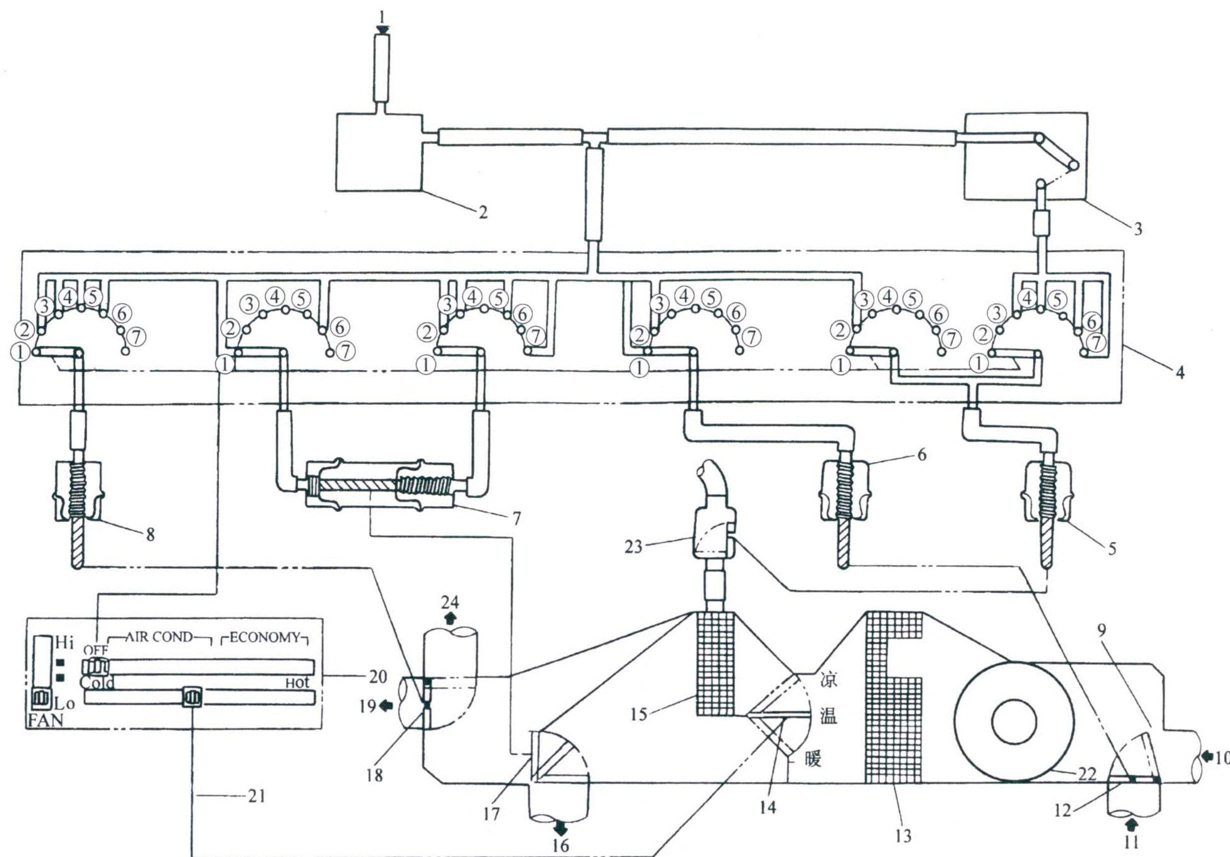


图 6-8　手动空调系统的真空回路控制结构

1—发动机进气歧管接口　2—真空罐　3—调温键在 Cool 时，热水阀真空切断器　4—真空选择器　5—热水阀真空驱动器　6—气源真空驱动器　7—下风口真空驱动器　8—上风口和中风口真空驱动器　9—在 Max 功能时设计规定新鲜空气占 20% 的外来空气口开启位置　10—外来空气口　11—车内循环空气风口　12—外来空气口阀门　13—蒸发器　14—调温门　15—加热器芯　16—下风口　17—下风口阀门　18—中风口和上风口阀门　19—中风口　20—空调控制板　21—调温门拉索　22—空调器风机　23—热水真空阀　24—上风口(除霜门)

空调功能位置		
①	OFF	停
②	Max	最凉
③	Normal	正常空调
④	Bi · Level	双层出风
⑤	Vent	通风
⑥	Heater	暖气
⑦	Def	除霜

当功能选择键在 Normal 位置时，真空通路为选择器中的③，此时，只要调温键离开 Cool 位置，热水阀真空切断器便接通真空管路，真空驱动器 5 为真空作用，则打开热水阀，加热器便通入冷却液，由于移动调温键，拉索将调温门打开加热器外侧便通入冷空气，调温键的位置决定温度门位置，从而决定了空调的温度，真空驱动器 6 为无真空作用，则外来空气口关闭，关闭车内循环空气口，打开车外空气阀门，真空驱动器 7 为右侧真空作用，左侧为无真空作用，故关闭下风门；真空驱动器 8 为真空作用，将中风门打开，关闭上风门，所以，车外的空气经蒸发器降温减湿后，从中风口吹人体上部。

当功能选择键在 Bi · Level 时，真空选择器在通路④，此时，真空驱动器 5 为真空作用，热水阀打开，加热空气；真空驱动器 6 为无真空作用，车内循环空气口关闭，车外空气进入；真空驱动器 7 两端为无真空作用，下风门此时处于半开状态；真空驱动器 8 为真空作用，关闭上风门，将中风门打开。压缩机继续运行，这时空调风从中风口和下风口分两层吹入车内。

当功能选择键在 Vent 时，真空选择器的⑤通真空，此时，真空驱动器 5、6 为无真空作用，车外空气进入，热水阀关闭，加热器无热源不对空气加热；真空驱动器 7 右侧为真空作用，左侧为无真空作用，则关闭下风门；真空驱动器 8 为真空作用，则上风门关闭，打开中风门，压缩机和真空选择器不运行，即外来空气不被加热，亦不被冷却，从中风口送进车内。

当功能选择键在 Heater 时，真空选择器的⑥与真空气路相通，此时真空驱动器 5 为真空作用，热水阀开启，加热器运行；真空驱动器 6 为无真空作用，关闭车内循环空气口，打开外来空气口；真空驱动器 7 左侧为真空作用，右侧为无真空作用，下风口打开；真空驱动器 8 为无真空作用，中风口关闭，上风口打开，即没有降温，但被加热过的车外空气从上风口吹向风窗玻璃，从下风口吹向脚部。

当功能选择键在 Def 时，真空选择器的⑦与真空气路相通，此时，真空驱动器 5 为真空作用，热水阀开启，加热器工作；真空驱动器 6 为无真空作用，关闭车内循环空气口，外来空气口打开；真空驱动器 7 的右侧为真空作用，左侧为无真空作用，故下风门关闭；真空驱动器为无真空作用，中风门关闭，上风门打开，即被加热过的车外空气吹向风窗玻璃去除霜。

3.4.2 手动真空控制应用举例

通用汽车手动调节空调真空系统：

通用汽车的手动调节空调真空系统的功能选择键共有 OFF、A/C、Vent、Heat、Bi · Level、Defrose 六个键。功能选择键在空调（A/C）、双层（Bi · Level）、除霜（Defrose）时，压缩机在外界气温高于 4℃时运行。当气温低于此值时，温度保护开关会自动断开离合器电源，保证压缩机在低温下不运行。

功能选择键的位置决定空调气流的流向，所以当功能选择键位置改变，真空回路中各真空驱动器动作，相应风门的位置亦变化。其动作如图 6-9 所示。

1）功能选择键在不工作（OFF）位置时，空气流动和真空系统工作如图 6-9 所示。此时，真空驱动器将热水阀关闭，发动机热冷却液无法通过加热器。外来空气口也关闭。中、下风门的真空驱动器也关闭其出风口。调温键经三路真空开关控制热水开关，同时用连动机

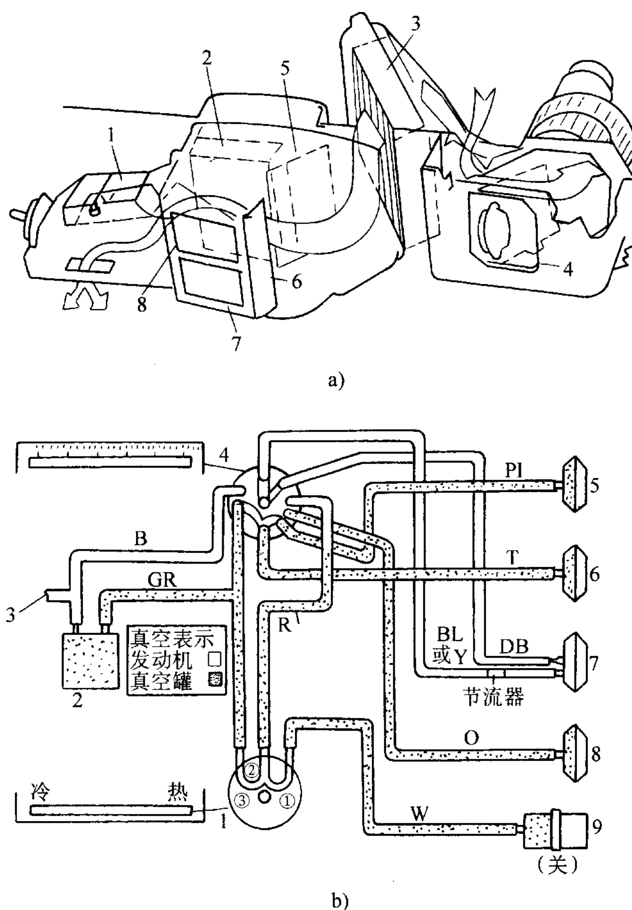


图6-9　空调在不工作时的真空回路状态和空气流路

B—黑色　PI—粉红色　T—棕黄色　DB—暗蓝色　O—橙色　W—白色　R—红色　GR—灰色　BL—蓝色　Y—黄色

a）空气流路

1—除霜门　2—加热器芯　3—蒸发器　4—外来空气口　5—混合调温门　6—联动风门　7—下风门　8—上风门

b）真空回路状态

1—温度控制键　2—真空罐　3—发动机进气歧管真空　4—功能选择键　5—上风门真空驱动器　6—下风门真空驱动器　7—除霜门真空驱动器　8—外来空气口真空驱动器　9—热水开关真空驱动器

构调节调温门5的开度。

2）功能键在A/C（空调）时，气流如图6-10所示。

由于压缩机运行，蒸发器开始制冷，使流过的空气变冷。这时，空气的流通如图6-10a所示，外来空气口打开，空调风从中风门出来，热水开关使加热器通入发动机热冷却液。真空系统的工作状况如图6-10b所示，上风门和下风门真空驱动器5、6处于真空作用，其他都为无真空作用。调温键决定温度。

3）功能选择键在Vent（自然通风）位置时，气流流向如图6-11a所示。

由于压缩机不运行，所以外来空气进来后，不制冷；加热器的调温键在Cool位置，故加热器不通入发动机热冷却液；若调温键移动，则热冷却液通入加热器，自然风也可被加热。但其出口在中、下风门。此时，真空系统如图6-11b所示。上风门真空驱动器均为真空

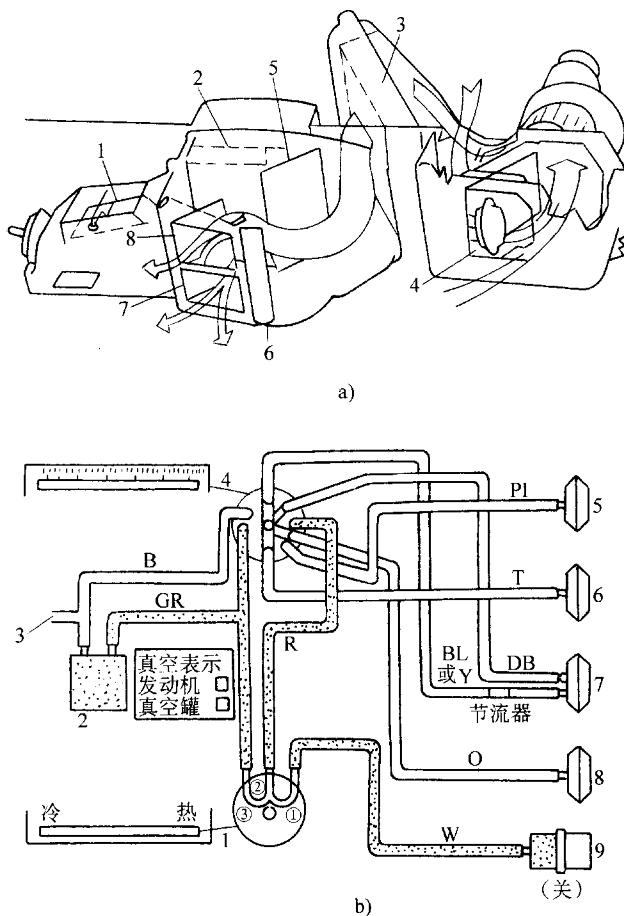


图 6-10　空调时的空气流路与真空回路状态

B—黑色　PI—粉红色　T—棕黄色　DB—暗蓝色　O—橙色　W—白色　R—红色　GR—灰色　BL—蓝色　Y—黄色

a）空气流路

1—除霜门　2—加热器芯　3—蒸发器　4—外来空气口　5—混合调温门　6—联动风门　7—下风门　8—上风门

b）真空回路状态

1—温度控制键　2—真空罐　3—发动机进气歧管真空　4—功能选择键　5—上风门真空驱动器　6—下风门真空驱动器　7—除霜门真空驱动器　8—外来空气口真空驱动器　9—热水开关真空驱动器

作用，关闭除霜门；其他真空驱动器均为无真空作用，对应阀门亦被打开。热水真空驱动器的工作状况由调温键的位置决定。

4）功能选择键在 Heater（供暖）位置时，气流如图 6-12a 所示。因为压缩机不工作，故经过蒸发器的外来空气不会降温。热水阀被打开，加热器将外来空气加热。由于调温键在供暖位置，调温门关闭调温室气路，将全部空气引入加热器加热。热空气从上、下风口出来，而中风门关闭。此时，其真空系统的工作状态如图 6-12b 所示。

只有中风门的真空驱动器处于真空作用，将中风口关闭。其余真空驱动器都为无真空作用，上、下风门打开，让空气和热冷却液流过。被加热空气的温度由调温键的位置决定。

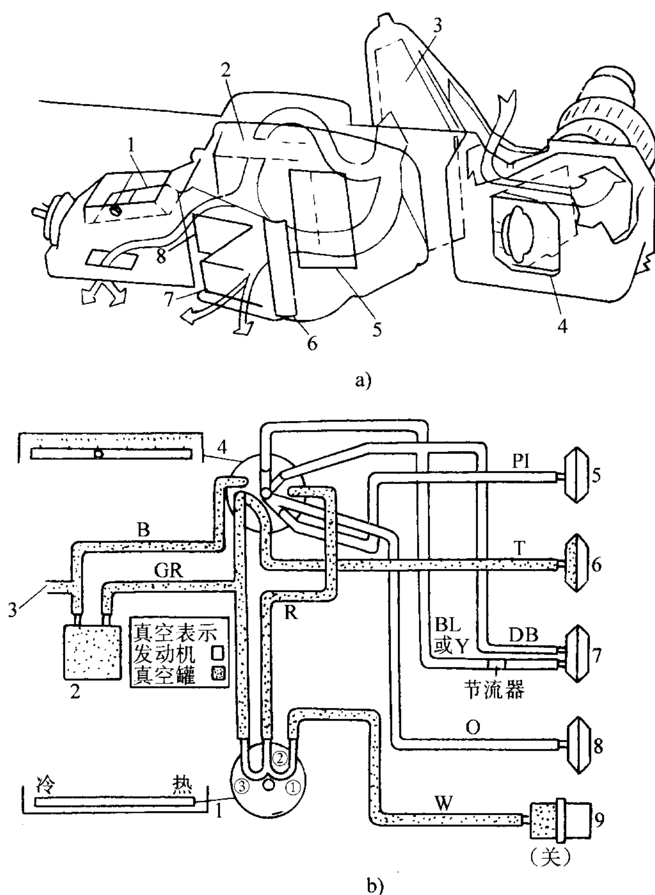


图 6-11　自然通风时的空气流路与真空回路状态

B—黑色　PI—粉红色　T—棕黄色　DB—暗蓝色　O—橙色　W—白色　R—红色　GR—灰色　BL—蓝色　Y—黄色

a）空气流路

1—除霜门　2—加热器芯　3—蒸发器　4—外来空气口　5—混合调温门　6—联动风门　7—下风门　8—上风门

b）真空回路状态

1—温度控制键　2—真空罐　3—发动机进气歧管真空　4—功能选择键　5—上风门真空驱动器　6—下风门真空驱动器　7—除霜门真空驱动器　8—外来空气口真空驱动器　9—热水开关真空驱动器

5）功能选择键在 Bi · Level（双层位置）时，压缩机不运行。调温键在 Warm 位置。此时外来空气经蒸发器降温，调温键将空气引入加热器加热后，从中、下风口出来。如图 6-13a所示。其真空系统的工作状态如图 6-13b 所示。只有除霜门真空驱动器处于真空作用，将除霜门关闭，其余真空驱动器均为无真空作用。双层位置的空气温度，将由调温键位置决定。

6）功能选择键在 Def（除霜）位置时，其气流流动如图 6-14a 所示。由于压缩机不工作，经过蒸发器的外来空气不制冷。调温键在供暖位置，热水阀开启，加热器工作。所以外来空气引进加热器加热后，大部分从除霜门出来，吹向风窗玻璃，有小部分从下风口出来。其真空系统的工作状态如图 6-14b 所示，只有中风门的真空驱动器为真空作用，关闭中风门风口；其风门和热水阀真空驱动器都为无真空作用，风门和热水阀均被打开。

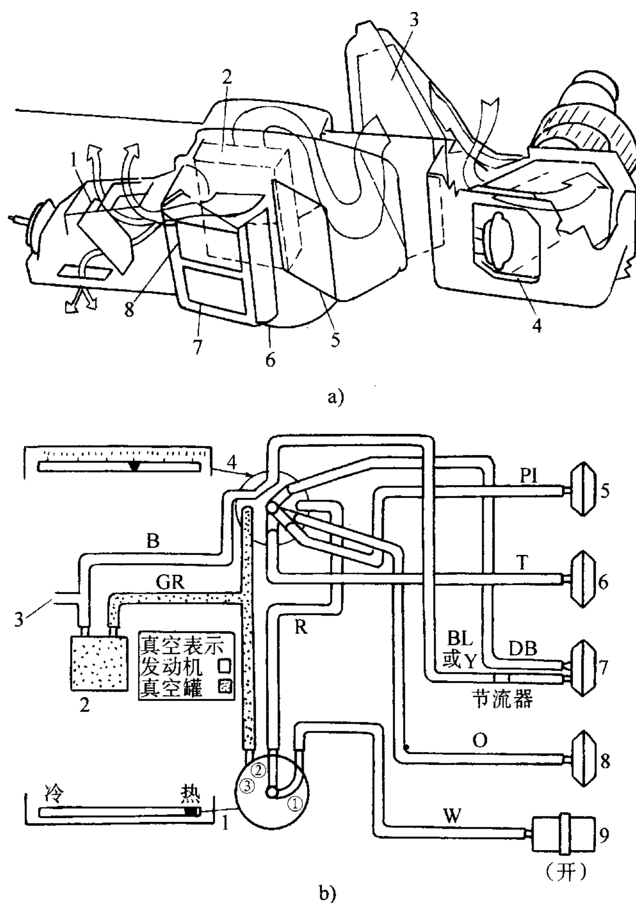


图 6-12 供暖时的空气流路与真空回路状态

B—黑色 PI—粉红色 T—棕黄色 DB—暗蓝色 O—橙色 W—白色 R—红色 GR—灰色 BL—蓝色 Y—黄色

a）空气流路

1—除霜门 2—加热器芯 3—蒸发器 4—外来空气口 5—混合调温门 6—联动风门 7—下风门 8—上风门

b）真空回路状态

1—温度控制键 2—真空罐 3—发动机进气歧管真空 4—功能选择键 5—上风门真空驱动器 6—下风门真空驱动器 7—除霜门真空驱动器 8—外来空气口真空驱动器 9—热水开关真空驱动器

3.4.3 真空系统执行元器件的结构和原理

所谓真空系统是指依靠管路和执行元器件来实现对空调阀门的动作的系统。真空管路一般用不同颜色的真空橡胶管，分接不同的通路，其中白色管连接外来空气口；蓝色管连接进气风门和上风门，红色管用在全真空；黄色管连接中风门和除霜门（上风门）。执行元器件有：真空罐、真空驱动器和真空选择器。

1. 真空罐

真空系统的真空源是来自发动机的进气歧管。随发动机的运行工况不同，进气歧管的真空度也相应不同。当怠速时，真空度最大；而上坡最大转矩时，真空度将最小。其真空的绝对压力在 1.1 ~33.7kPa 之间变化。真空度的这种变化，将会影响真空系统的调控工作。所

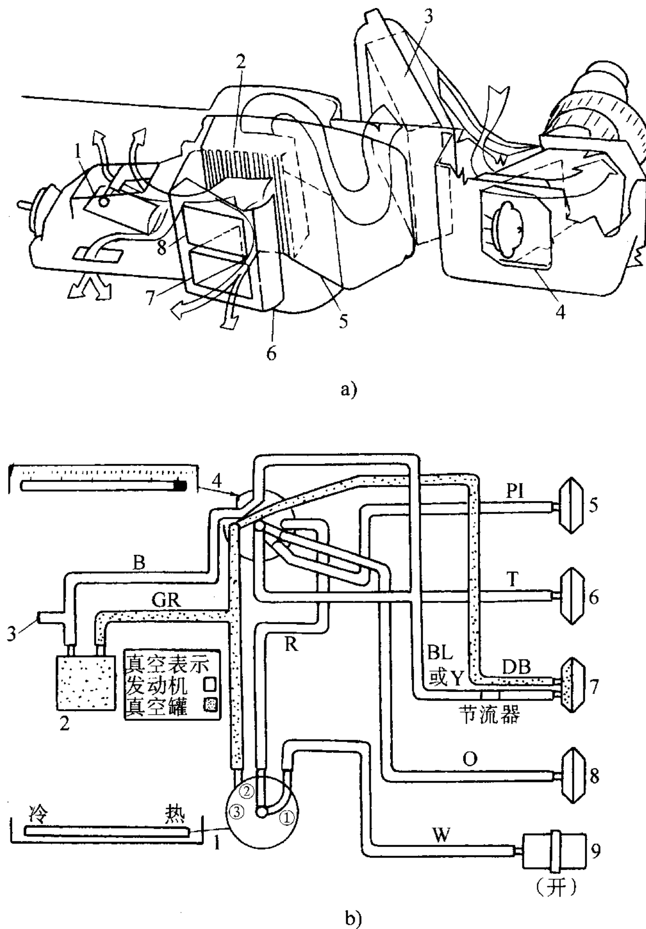


图 6-13　双层位置的空气流路与真空回路状态

B—黑色　PI—粉红色　T—棕黄色　DB—暗蓝色　O—橙色　W—白色　R—红色　GR—灰色　BL—蓝色　Y—黄色

a）空气流路

1—除霜门　2—加热器芯　3—蒸发器　4—外来空气口　5—混合调温门　6—联动风门　7—下风门　8—上风门

b）真空回路状态

1—温度控制键　2—真空罐　3—发动机进气歧管真空　4—功能选择键　5—上风门真空驱动器

6—下风门真空驱动器　7—除霜门真空驱动器　8—外来空气口真空驱动器　9—热水开关真空驱动器

以，设定一个真空罐，其作用是向系统提供稳定的真空压力，其次是储存真空，使真空系统即使在发动机停止运行时，仍能保持一定的真空度。

真空罐的构造如图 6-15 所示，由真空罐和真空保持器两部分组成。真空罐是一个金属罐，里面安装一个真空保持器。其工作原理如下：

真空保持器内有一个空心膜阀和膜片，将其分成三个腔室，中腔与发动机进气歧管相连，另一个腔与真空执行系统相连。当发动机的真空度较高时，将膜片 6 推开。由于发动机的真空度大于真空罐，空心膜阀 9 膨胀开时，气孔 4 被打开，则真空系统成一开口通路，真空度提高。当发动机歧管的真空度比真空罐的真空度小时，空心膜阀外面压力将其压偏，封闭气孔 4，保持罐内真空度。同时膜片 6 右移，封闭发动机歧管接口 2，将真空系统和真空

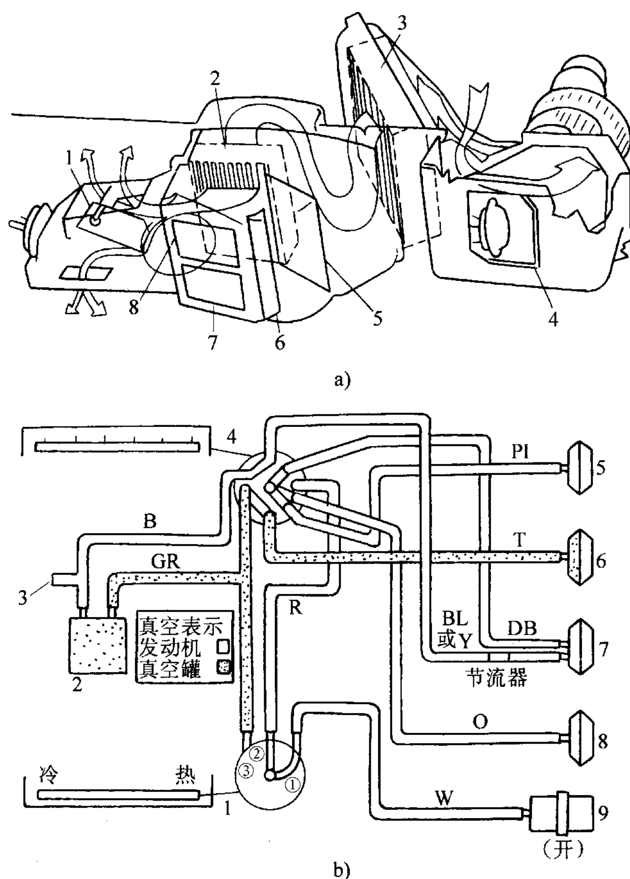


图 6-14 除霜时的空气流路与真空回路状态

B—黑色 PI—粉红色 T—棕黄色 DB—暗蓝色 O—橙色 W—白色 R—红色 GR—灰色 BL—蓝色 Y—黄色

a）空气流路

1—除霜门 2—加热器芯 3—蒸发器 4—外来空气口 5—混合调温门 6—联动风门 7—下风门 8—上风门

b）真空回路状态

1—温度控制键 2—真空罐 3—发动机进气歧管真空 4—功能选择键 5—上风门真空驱动器 6—下风门真空驱动器 7—除霜门真空驱动器 8—外来空气口真空驱动器 9—热水开关真空驱动器

源分开，保持真空系统和真空罐的真空度，并保持真空系统原来的工作状态。

2. 真空驱动器

真空驱动器其实仅是一个膜盒。其功能是将真空信号转变为机械动作，用以启闭风门和阀门。

真空驱动器内装有弹性膜片，膜片一般采用弹性纤维或橡胶材料。为了把真空信号转变为机械动作，需要在膜片上固定一连杆，和控制的风门连结，另外还要加弹簧来进行复位。

用在空调器中的真空驱动器有三类：

1）单膜片式真空驱动器：这类真空驱动器的外形和内部结构如图6-16 所示。真空接口通过胶管将真空气源引入，连杆则控制风门，单膜片式真空驱动器的连杆只有两个位置：当接通真空源时，膜片提起连杆；当断开真空源时，弹簧推动连杆复位，这类真空驱动器通常

用来控制全开或全闭的风门的启闭。

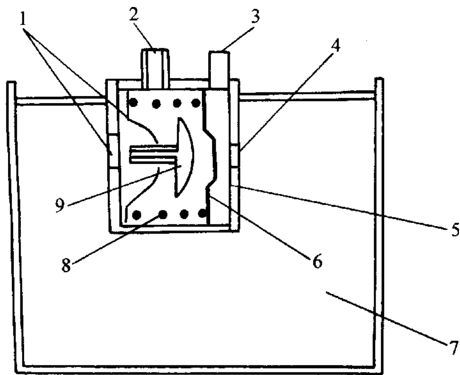


图 6-15　真空罐及真空保持器

1—气孔　2—发动机歧管接口　3—真空出口　4—气孔　5—真空保持器　6—膜片　7—真空罐　8—弹簧　9—空心膜阀

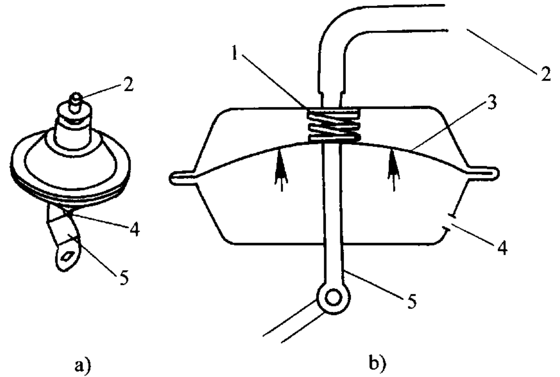


图 6-16　单膜片式真空驱动器

a）外形　b）内部结构

1—复位弹簧　2—真空接口　3—膜片　4—气孔　5—连杆

2）双膜片式真空驱动器：双膜片式真空驱动器的结构和外形见图6-17所示。实际上，它是将两个单膜片式真空驱动器装在一个壳体内。A 室有真空作用时，连杆提到一半（中间）位置；两室（A 和 B 室）有真空作用时，拉杆移动到最顶端，若无真空，则在最下端。所以，双膜式真空驱动器控制的风门有三个位置：全开、全闭、和半开。也可以同时控制两个风门，一个开一个关，或两个同时半开。

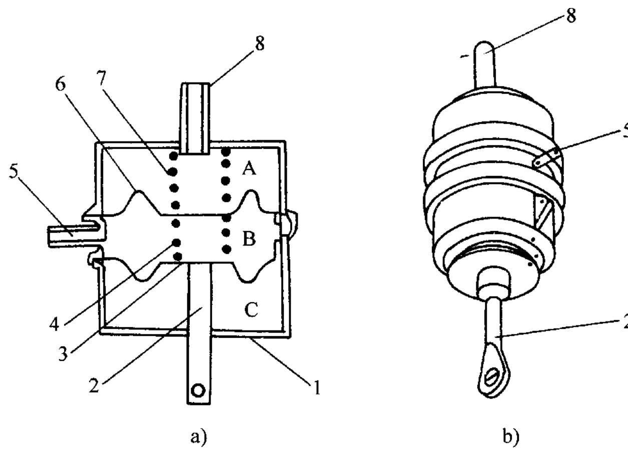


图 6-17　双膜片式真空驱动器

a）内部结构　b）外形

1—气孔　2—连杆　3—B 室膜片　4—B 室弹簧　5—中阀 B 室真空接口　6—A 室膜片　7—A 室弹簧　8—真空接口

3）伺服驱动器：伺服驱动器的结构和单膜片式真空驱动器一样，它的连杆位置可以在全伸长和全收缩之间的任何一个位置上，它由一个转换器按控制的需要向真空驱动器提供不同的真空度，真空度越大，则收缩越多。这类真空驱动器用在全自动的汽车空调器上，其原

理在以后章节中介绍。

3. 真空选择器

真空选择器的作用是根据空调器控制的需要，选择调配真空源与各个真空驱动器的连接，调控真空系统的工作。

真空选择器主要构造为一个橡胶圆盘上开有若干圆弧槽，分配真空通路和真空驱动器通路的通断。橡胶圆盘上嵌套着一个真空转盘，其上有一个开关臂，功能选择键的移动杆的中间槽与之为动配合。当移动功能选择键，带动转盘转动，转动到不同的位置，就能关闭一个或几个真空气路。在橡胶圆盘下面还装真空选择器软管底座，底座中央有一条轴，装配在转盘和橡胶圆盘之间，底座下方则为各真空管接口，其中中间一条接真空源，还有一条接热水开关（也可通过调温键控制的热水阀真空切断器来控制热水阀的开关）。

真空选择器上还装有电路开关，以便功能选择键移动到 Max、A/C、Bi・Level、Def 键时，接通电磁离合器的线路，而在其余功能键时，切断其制冷压缩机电源，但 Bi・Level 和 Def 还受车外气温控制。

3.5 手动调节空调系统的电路特点分析

图 6-18 是典型的手动调节汽车空调系统电路图，空调制冷是采用循环离合器控制系统。

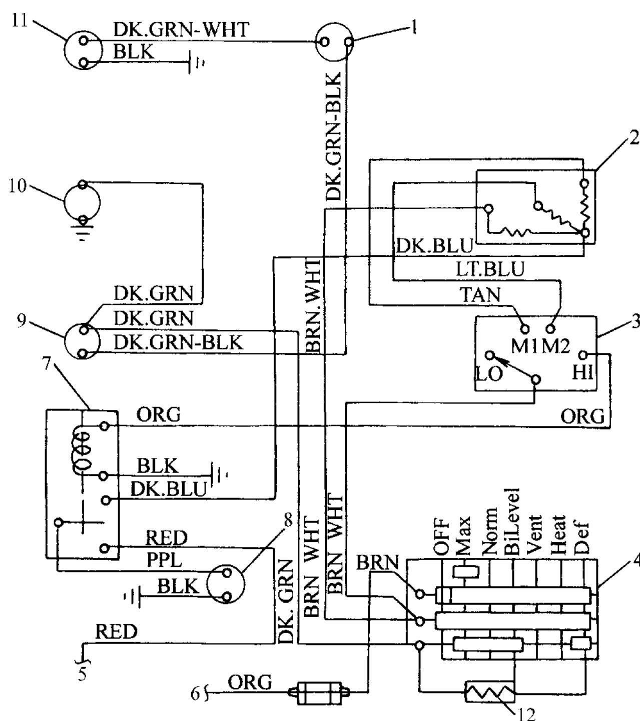


图 6-18　手动调节汽车空调系统电路图

1—恒温开关　2—风机变阻器　3—调风键开关　4—功能选择键接线　5—至点火开关
6—至发动机熔断器　7—风速高速继电器　8—风机　9—高、低压切断器
10—怠速保护器　11—离合器电磁线圈　12—室外热敏电阻

手动调节空调系统，在移动控制板上的功能选择键时，不但能驱动真空驱动器工作，同时也能控制电路中的开关的断开或接合。

功能选择键在 Max、A/C、Bi · Level、Def 时，四键都接通电磁离合器电路，压缩机运行，此时向系统提供冷气，而恒温开关则保护蒸发器不结冰。与此同时 Bi · Level、Def 两键，还串联一个室外温度感温器，当室外温度在 10℃以上时，压缩机运行。而外来空气先进行加热，这样除霜效果才好；当室外温度低于 10℃时，室外感温器切断压缩机电源，制冷系统停止运行。

功能选择键在 Vent、Heater 时，电路不和离合器电路连接，而只和风机电路连接，此时风机运行，压缩机不运行。

OFF 键是控制整个空调系统的工作处在停止状态，不但制冷系统不运行，风机和后窗除霜器也不能运行。但是，此时风机直接从发动机熔断器接通，风机可作低速运行，以供车内通风。

4　半自动调节的汽车空调（电控气动式）送风量配送及温度调配控制系统

半自动调节的汽车空调系统，其制冷系统一般采用传统制冷方法，制冷系统在不停地工作；空调器为冷-暖一体化，输出的空调温度均可自动调节（在人为设定温度和功能选定点），以保持车内调定的温度。

目前，半自动调节的汽车空调为电控气动控制系统。

空调电控气动控制系统的全称为电子控制的真空回路操纵空调系统，是 20 世纪 70 年代就开始使用的汽车空调控制系统，经过不断改进，技术已经成熟。所以目前仍广泛地应用在许多高中级轿车上，例如日本的部分皇冠、世纪，奔驰 380 等轿车。美国通用汽车公司是最早使用电控气动的半自动空调系统的，所以在这类系统中其最具有代表性。

图 6-19 是电控气动空调控制系统基本部件的布置图。它标出了系统的基本功能元件。虽然不同的汽车结构不同，但电控气动空调控制原理和基本功能元件都相同。

4.1　电控气动半自动空调系统控制板上功能选择键的用途和使用

半自动空调仍然还需要通过人来设定某一个温度选择空调的功能后，整个系统才会为达到所预定的温度而工作（而不管车内外的气温如何变化）。

图 6-20 是通用汽车半自动空调的控制板。

左侧是温度选择键，中间是空调功能选择键，这些功能选择键的控制形式与手动调节略有不同，现分述如下：

1）温度选择键：温度控制键是从 18.3℃（65℉）到 29.4℃（85℉）之间任意选择，只要选定一个温度以及功能选择键后，空调器便会自动地为达到这个温度、保持这个温度而进行调配。从经济角度考虑，夏天制冷时，应选择略高一些温度，而冬天供暖时，可选低一点温度。

2）OFF（停止）：供暖时功能选择键在停止位置。若汽车点火开关断开，此时，空调系统停止运行。若点火开关接通，压缩机不运行，但是，当车内温度高于 26.7℃（80℉）

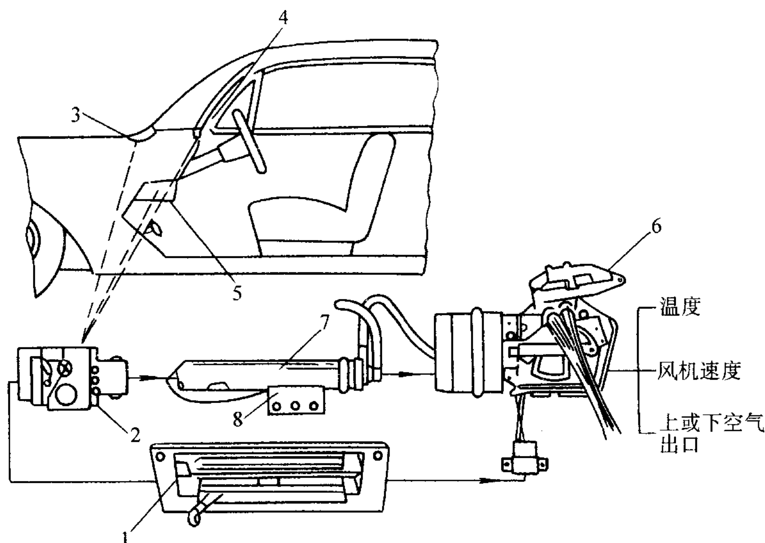


图 6-19 汽车电控气动空调控制系统基本部件的布置

1—控制板 2—电路放大器 3—车外温度传感器 4—车内温度传感器 5—蒸发器温度传感器 6—真空控制的空调器 7—电信号-真空换能器 8—控制器

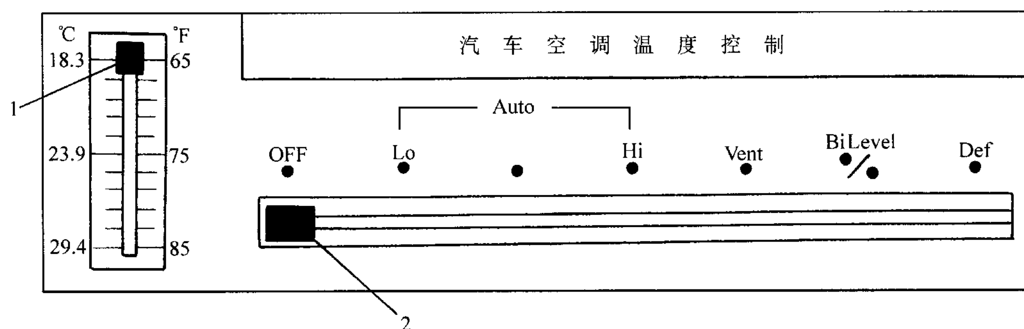


图 6-20 通用汽车半自动空调控制板

1—温度选择键 2—功能选择键

时，空调器的风扇会自动地低转速送入微风；在室内温度低于 26.7℃（80℉），而发动机冷却液温度高于 82℃，空调器也自动送出自然风。

3）Vent（自然风）：功能选择键置于自然风位置，空调系统的动作是：风扇低转速运行，把车外的空气吸入，经中风门送入车内。制冷系统不工作，所以吹来的空气是未经加热和冷却的自然风。若车内温度偏高，风扇以较高速运转；反之，温度偏低，则风扇自动转入低速。

4）Lo——Auto（低速——自动）：功能选择键在此位置时，风扇低速运行。当发动机冷却液温度高于 82℃，车内温度低于预选温度时，则空气先经冷凝器再经加热器，送出暖气；若车内温度高于预选温度时，则空气冷却后不通过加热器或部分通过。冷却空气从中风门吹出，而加热空气从下风口吹出，形成头冷脚热的环境。

5）Auto（自动）：功能选择键置于此位置时，空调器的工作情况如 Lo——Auto 一样，只是风机不限于低速运行，而是根据车内的温度，风机在高速、中速 1、中速 2、低速等运行。如果车内空气温度比预选温度高出较多，需要快速降温，这时需供给车内最大冷风，风扇全自动进入高速工作状态，将蒸发器的冷空气尽快送到车内，也促使蒸发器最大限度制冷。若车内温度与预选温度相差不多，风扇会自动降低其转速。

6）Hi——Auto（高速——自动）：这个位置与上述两个过程相同，但是风扇在高速工作，如果车内温度达到预选温度，则风扇会自动慢速转动。但是在此键时，热水阀不开，加热器不工作。部分通过加热器，从下风口吹出来的空气是冷气。

7）Bi Level（双向）：功能选择键在该位置时，风扇可以在任意一个转速工作，自动控制系统能按照预选温度和车内温度分别从中风口吹出空调风，从上、下风口吹出暖风，用于暖脚和除霜。

8）Def（除霜）：功能选择键在除霜位置时，风扇高速运行，大部分暖风从上风口吹出，少部分从下风口吹出。

4.2　半自动汽车空调控制系统的真空自动控制系统

图 6-21 所示是通用汽车半自动空调控制系统不同功能时真空控制回路的状态。发动机歧管的真空首先被送到真空罐，并由真空保持阀来保持罐内的真空度。真空伺服驱动器所需的真空度大小，由真空换能器来决定，真空换能器是一种将电能信号转换为真空控制信号的装置，它的电信号由半自动空调的线路输入。电流信号越强，真空度越小；反之，电流信号越弱，真空度越大。这样无级变化的真空信号输入控制真空伺服驱动器，其控制杆根据输入的信号不同，位置从缩短最小到伸长最大的两个极端之间变化，从而自动地控制真空选择器在选定的功能选择键位置上，自动地控制风机的转速和调温门的位置，以自动地调配输出空气的温度，达到控制车内温度的稳定。这是因为真空伺服驱动器通过它的控制杆上控制着风扇的四档调速器，以及连结着一根推动调温门连杆的轴，可以完成上述控制过程。

实际上，半自动空调的真空系统是由两个真空系统组成。第一个系统是真空换能器到真空伺服驱动器，做自动调配温度用。第二个系统控制上、中、下风门的开关和热水真空阀，它由功能选择键来决定，而且是人工来决定功能选择键的位置。两个真空系统的真空度和操作相互独立。

图 6-22 是半自动空调的工作原理图。从图中可以看到：当手工选定空调功能选择键后，空调系统就能在预定温度内自动的控制温度和风量，其控制过程如下：将预选温度的电阻、环境电阻、车内温度电阻一起输入到放大器，放大器即产生一个电流信号，输入到真空换能器，将电流信号转换成相应的真空度大小的信号，输送到真空伺服驱动器上，真空伺服驱动器就会做出一个相应动作，使控制杆伸长或缩短一个量，这样对应的温度门、风扇转速和反馈电位计都有一个相应位置，从而输出一定温度和风量的空气。

例如，功能选择键在自动调节位置时，当预选的温度电阻与车内温度电阻相比较，差值比较大，则放大器输入到换能器的电流信号相应亦比较大，换能器输出的真空度信号也比较大，则真空伺服驱动器将其控制杆伸到最长，甚至极限的最大位置。这时，控制杆使温度门将通向加热器芯的空气通道关死；控制杆还使风扇调节至最高转速位置；控制杆还将真空选

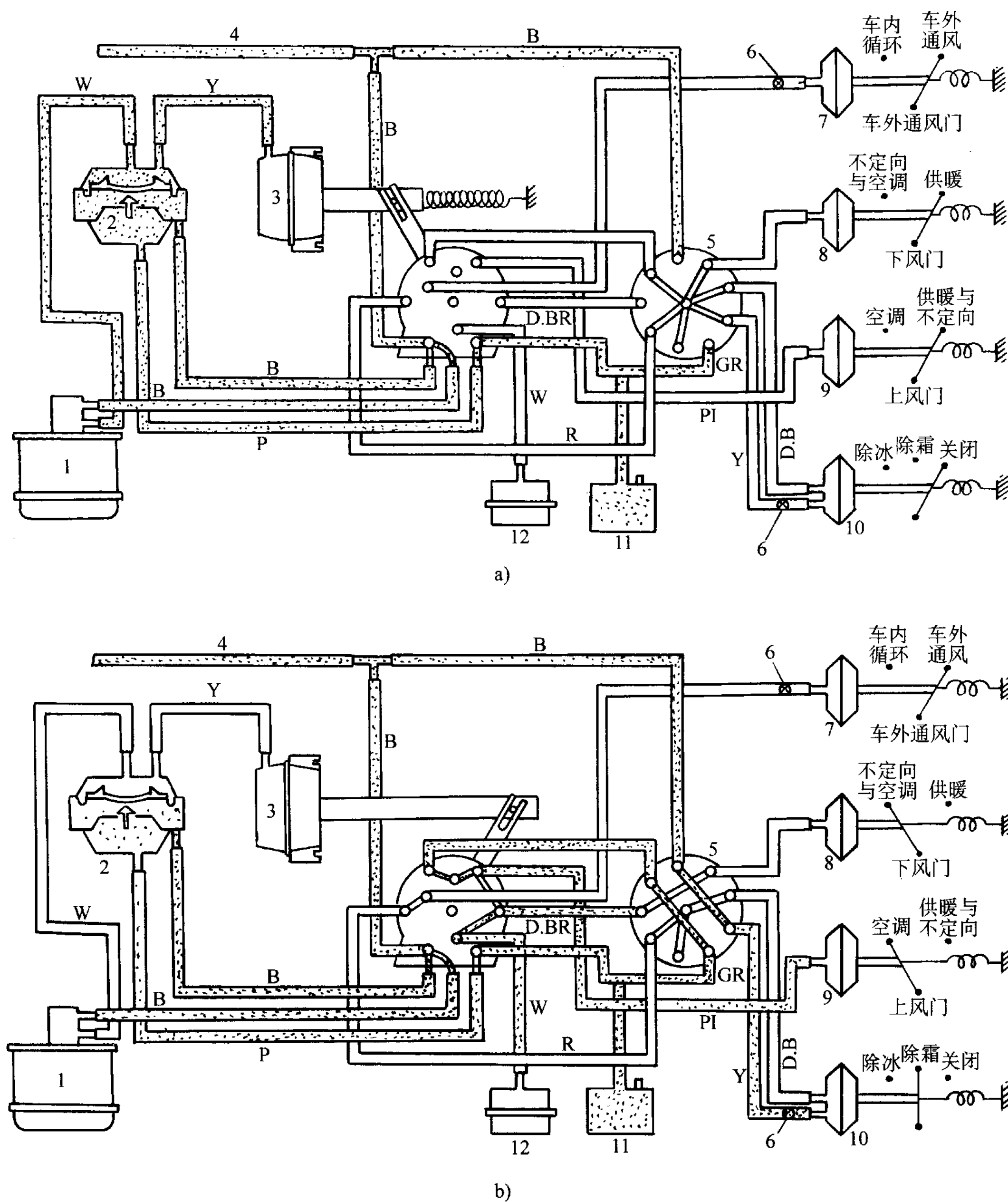


图 6-21 通用汽车半自动空调控制系统不同功能时真空控制回路的状态

a）空调在关闭时真空回路的状态

1—真空传递器 2—真空保持阀 3—主控制真空驱动器 4—发动机进气歧管真空接口 5—重分配阀
6—节流阀 7—外来空气口真空驱动器 8—下风门真空驱动器 9—上风口真空驱动器
10—除霜门真空驱动器 11—真空罐 12—热水开关真空驱动器

b）空调在“低—自动”时真空回路的状态

1—真空传递器 2—真空保持阀 3—主控制真空驱动器 4—发动机进气歧管真空接口 5—重分配阀
6—节流阀 7—外来空气口真空驱动器 8—下风门真空驱动器 9—上风口真空驱动器
10—除霜门真空驱动器 11—真空罐 12—热水开关真空驱动器

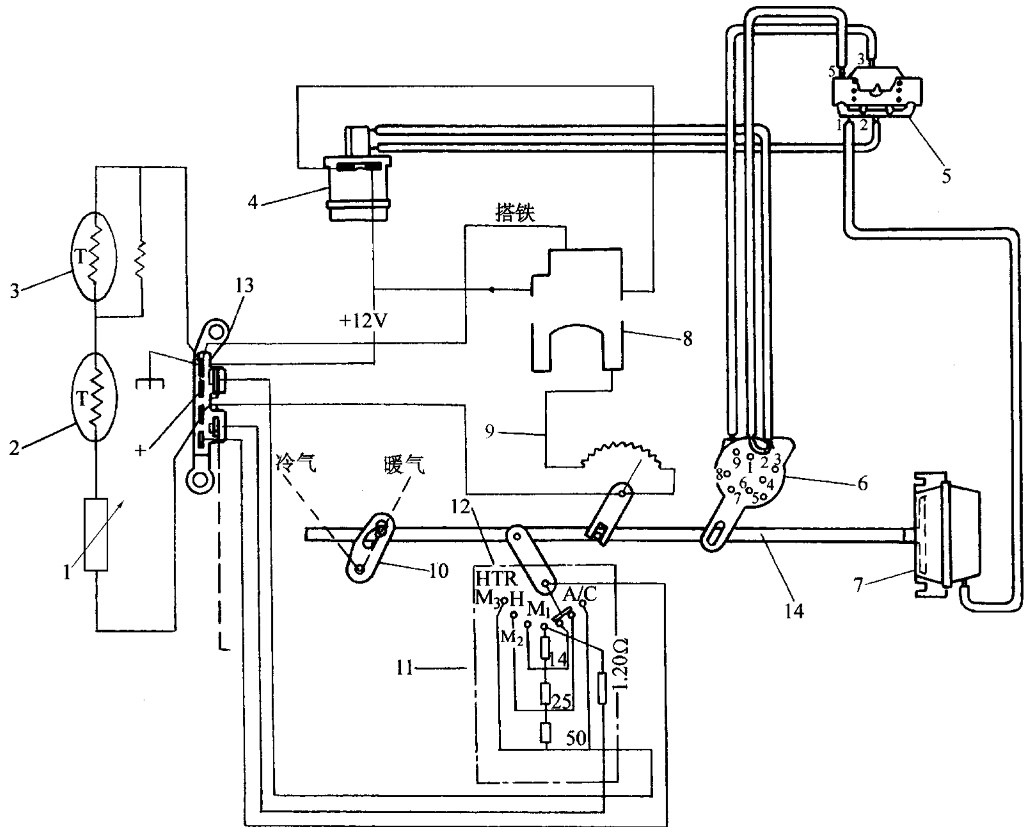


图 6-22　半自动空调的工作原理

1—温度选择电阻（调温键）　2—车内温度传感器　3—车外环境温度传感器　4—真空换能器　5—真空保持器　6—真空选择器　7—主控制的真空伺服驱动器　8—电子放大器　9—反馈电位计　10—温度门控制曲柄　11—风机调速线路板　12—加热器　13—功能选择键　14—控制杆

择器切断热水阀的真空气路。这样，空调器将输出最冷的、风量最大的空气到车内。反馈电位计是产生一个信号给放大器，限制放大器放出的电信号过大，以防止伺服真空驱动器失灵。当温度下降时，放大器的电流信号减弱，真空度减小，真空伺服驱动器的控制杆不断缩短，那么，调温门不断扩大通向加热器的空气通路（当控制杆离开极限位置时，加热器立即就通入发动机的冷却液），风扇的转速则不断下降，这时车内温度将回升。这个过程将一直进行到车内温度和预选温度平衡为止，就这样系统将车内温度一直控制在预定温度范围之内。

4.3　半自动汽车空调真空自动控制系统的各部件

半自动空调真空系统的真空罐、真空控制器和真空驱动器，热水开关与手动空调的真空控制系统相同，这里所增加的真空元器件仅有真空换能器、真空保持器和真空伺服驱动器。

真空伺服驱动器上面已经介绍过，它的连杆位置可以在全伸长和全收缩之间的任何位置

上变化。它是通过真空换能器来控制其供给的真空大小，以此来控制其连杆的伸缩位置。一般是真空伺服驱动器得到的真空度大，则收缩量大；真空度小，则伸长大。

4.3.1 真空换能器

真空换能器的种类有几种，原理均大同小异，图6-23是其中常用的一种。

在换能器的支架上，有一个双通针阀，一头控制真空源的通路，一头控制铁心上的大气阀门。铁心的下端通大气，外部有一个电磁线圈。线圈的电压是12V，而电流大小由半自动空调的恒温放大器来控制。由于橡胶膜片的密封作用，外面的大气只能通过柱塞阀门来和真空系统相通。

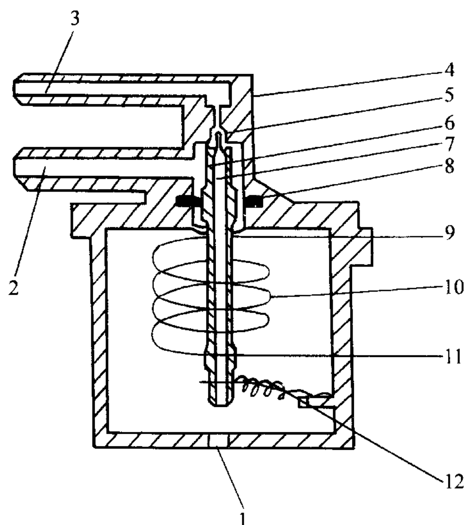


图6-23 真空换能器（通用公司用）

1—大气孔 2—接真空伺服驱动器 3—接真空罐 4—真空换能器外壳 5—双通针阀 6—大气通道 7—铁心 8—橡胶膜片 9、11—来自直流放大器 10—电磁线圈 12—弹簧

真空换能器是利用一种能量的变化来操纵另一种能量工作的装置。在这里，是利用从电路中检测到的温度变化信号放大为电流的变化信号，以在电磁线圈内产生变化的磁场，来决定铁心的升降位置，这样来调节针阀的开度。电流信号越强，所产生的磁场越强，向下推动铁心的位移越多，针阀和铁心上的双通针阀口开度越大，外部空气泄入量越多，这样进入真空伺服驱动器的真空度便越小，收缩量亦就小。当从放大器里送出的电流信号减弱，弹簧推动铁心向上，双通针阀的阀口开度减小，直至完全关闭大气与真空系统的通路，这时，系统的真空度增大，真空伺服驱动器收缩量相应增大，直至达到最大值为止。

4.3.2 真空保持器

真空保持器的构造如图6-24所示。它的作用是当发动机歧管处真空度降低时，真空保持器便切断发动机的真空源，与此同时，膜片亦将真空换能器和真空伺服驱动器之间的真空气路切断，以保持系统的原来状态。其原理和上述的真空止回阀一样。

4.4 半自动空调电控气动控制系统的电路特点分析

电控气动半自动汽车空调系统具有保持温度在预选的范围内恒定的功能，完全是通过控制电路控制转换器的电流信号来实现的。控制电路中有三个传感器，即车内温度电阻传感器，大气温度传感器以及空调器温度传感器，还有一只手动设定温度的调温电阻。控制放大器的电路如图6-25所示。目前许多汽车还增加了一只阳光辐射传感器，以用来传递辐射热对车内温度的影响。

该电路图的作用原理很简单，大气温度传感器和车内温度传感器、空调器温度传感器都采用一个种类的热敏电阻，它们均具有负温度特征。这些传感器因温度变化而产生

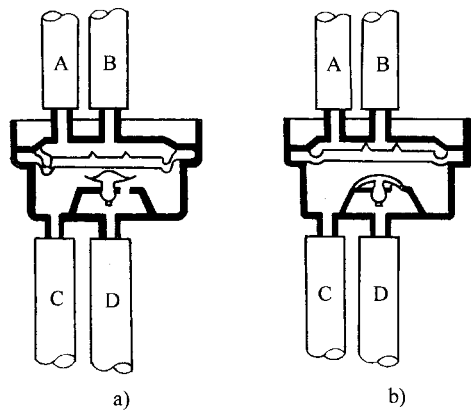


图 6-24　真空保持器

A—到真空伺服驱动器　B—来自真空换能器的真空　C—发动机真空　D—止回阀真空

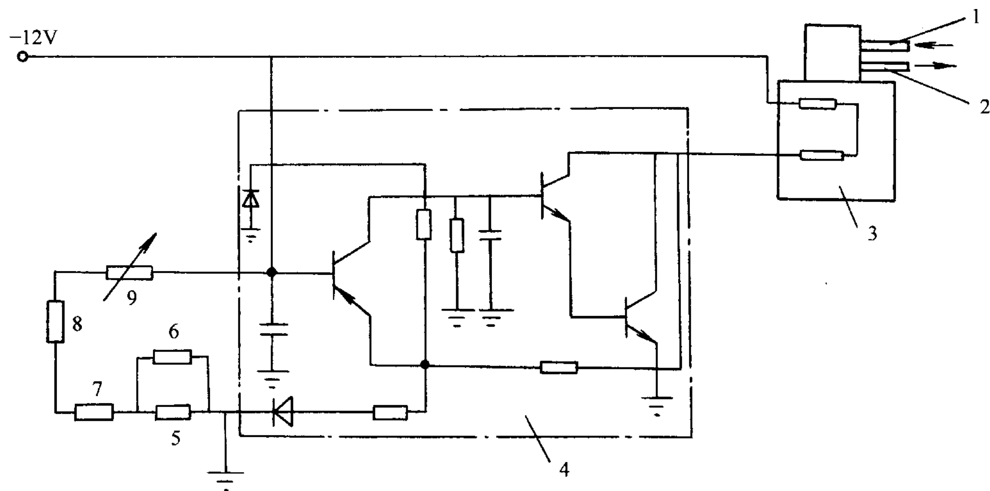


图 6-25　控制放大器的电路

1—接真空保持器　2—接真空伺服驱动器　3—真空换能器　4—放大器

5—阳光辐射传感器　6—大气温度传感器　7—车内温度传感器

8—空调器温度传感器　9—调温器电阻

的电阻变化和调温器可变电阻一起产生一个信号。当温度升高时，电阻值减小，电路的电流稍有增大；反之，温度降低时电阻值增大，电路的电流变小。这些弱小变化的信号经放大器放大后，输入到真空换能器的电磁线圈，引起磁场强度的相应变化，控制输出的不同真空度，从而使真空伺服驱动器按选定的真空度工作，达到控制送气量和调配温度的目的。

作为半自动控制的电控气动的汽车空调系统，由于它比手动调节的空调系统的成本增加不多，而且又能大大提高车内空调的舒适性，所以这类空调得到广泛的应用。

图 6-26 是电控气动自动空调系统的接线图，从图中可看出功能选择键和空调元器件的电路联系。

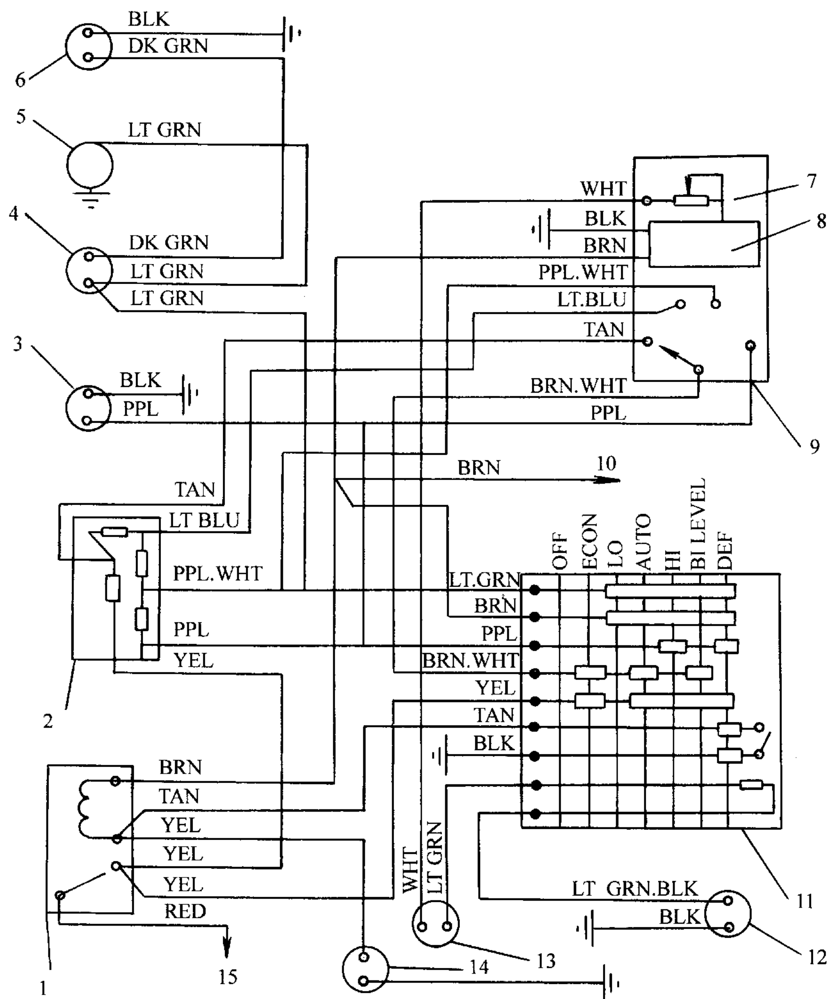


图 6-26　电控气动自动空调系统电路接线图

1—自动继电器　2—风机电阻器　3—风机　4—压力开关　5—怠速稳定器　6—离合器线圈　7—真空换能器　8—温度控制放大器　9—程序装置　10—至熔断器　11—功能选择器　12—大气温度传感器　13—车内温度传感器　14—恒温器开关　15—至点火线圈

5　全自动汽车空调送风量配送及温度调配控制系统

由于目前，大量进入中国市场的日、美、德国家的轿车，如美国的凯迪莱克、别克等的空调系统均是采用全自动的汽车空调送风量配送及温度调配控制系统，所以它比前面讲的用真空控制的半自动空调要准确得多，而控制板却更简单。

5.1　汽车空调全自动控制系统

在全自动空调系统中，有一套计算比较电路，它通过对传感器信号和预选信号的处理、

计算、比较后，随之输出不同的电信号控制机构工作，使调温门的位置不断变化调配空调温度，并使风扇的转速随着空调参数的改变而改变。空调风向的控制、各风门的开关，均是用电磁阀控制，控制键的型式采用琴键式，所以操作起来极为方便。

图 6-27 是全自动汽车空调系统的工作原理图，其主要由电桥、比较计算器、真空伺服驱动器控制三部分组成。电桥由大气温度传感器、车内温度传感器、阳光辐射传感器和调温键电阻组成，它和计算比较器组成一个控制系统，当温度发生变化，由热敏电阻组成的传感器电阻将引起电阻的变化，这时电桥的输出电位 V_A 和 V_B 相应发生变化，电桥处于不平衡状态，结果导致比较器 OP 的起动。OP_1 和 OP_2 组成的计算比较器对电桥送来的电信号进行比较后，由 OP_1 或 OP 输出一个电流值给真空电磁阀，而真空电磁阀将电信号转换成真空信号，调节真空伺服驱动器运行，带动控制杆对调温门的开度进行调节，与此同时对风扇转速和热水阀亦进行相应控制，最后达到温度恒定的控制目的。

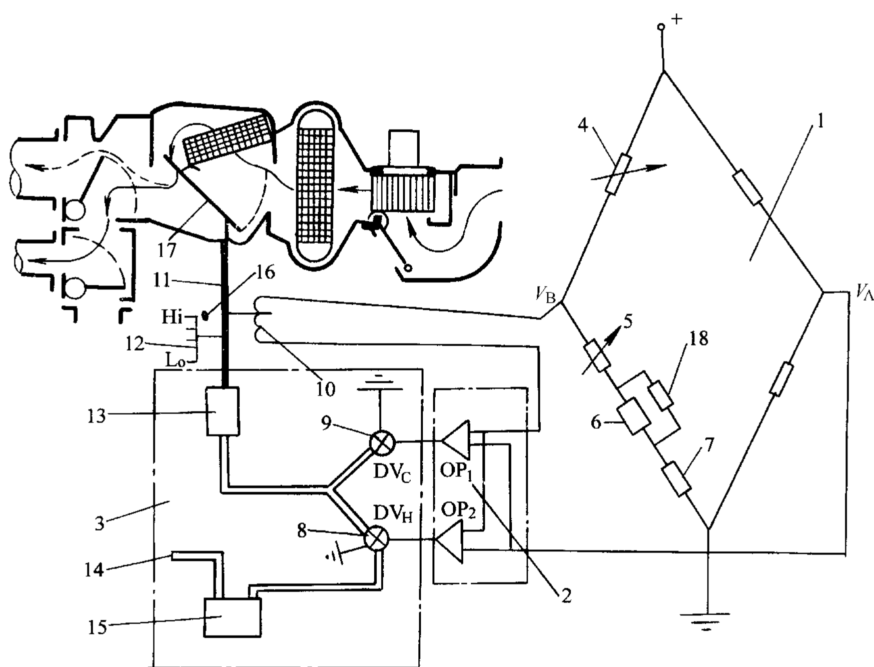


图 6-27 全自动汽车空调系统工作原理

1—电桥 2—比较计算器 3—真空控制器 4—调温键电阻 5—车内温度传感器 6—阳光辐射传感器 7—大气温度传感器 8—升温真空电磁阀 9—降温真空电磁阀 10—反馈电位器 11—控制杆 12—风扇转速开关 13—真空伺服驱动器 14—接发动机进气歧管 15—真空罐 16—热水阀开关 17—温度门 18—风道温度传感器

和上面讲的电控气动控制半自动空调系统比较，该系统用电桥-比较计算器取代了放大器和换能器，实质上，比较计算器和真空电磁阀合起来，相当于一个换能器，这种换能方式比铁心式的针阀换能器控制精度高得多。

全自动空调的工作过程如下：

如果设定的温度为 25℃，车外温度为 30℃，当空调系统刚开始运行时，由于设定温度对应的电阻比传感器桥臂的总电阻低，例如减少了一个 ΔR 值，电桥处于不平衡，此时，电

桥输出的电位 $V_B > V_A$，比较器开始工作。由于 V_B 电位高，则 OP_2 无电流输出，只有 OP_1 有电流输出，真空电磁阀 DV_C 开启，由于 DV_C 与大气相通，这时真空伺服驱动器的真空度将减少，膜片在气压增大作用下，将控制杆向朝上的方向移动，并将调温门通往加热器芯的气体通道减小，这样空气温度将下降，同时风扇转速亦上升。若设定温度和车内温度差值越大，则电桥两端输出的电位差将越大，比较器输出给真空电磁阀的电流亦越大，这时电磁阀的开度将越大，真空伺服驱动器的膜片移动量便越大。这时，随着控制杆的上移，反馈电位器的电阻下降，直到控制杆将温度门至加热器芯的通道关闭为止，反馈电位器的电阻这时为零。此时，风扇在最高转速运转，蒸发器以最大制冷量输出冷气，由于冷气没有经过再热，将以最凉的风送进车内进行降温调节。

在车内降温过程中，调温键电阻和车内温度传感器电阻之差值将不断减小。在某一温度下，ΔR 之值和反馈电位器的最大电阻相同，V_B 电位和电位器的反电位相同，这时比较器 OP_1 将无信号输出，OP_1 截止，DV_C 则关闭大气通路，真空伺服驱动器维持在最大制冷量时的工作状态。调温门仍然关死，风扇高速运转。因此，车内温度继续快速下降，车内温度传感器的电阻则不断增大，并与调温键电阻差值越来越小，这时 V_B 虽大于 V_A，但是，由于反馈电位器电阻的作用，使比较器两端的电位，变成 $V_A > V_B$，OP_2 输出电流信号，真空电磁阀 DV_H 打开真空气路，真空伺服驱动器的真空度增大，膜片克服弹簧力下移，带动控制杆下移，此时调温门逐渐打开加热器芯空气通路，让一部分冷空气重新加热，并混合后再送到车内。这时，随着控制杆的下移，反馈电位器电阻不断减小，而且电桥的总电阻差值也不断减小，最后，当车内温度达到设定温度时，比较器两端的电位也相等，即 $V_{OP_1} = V_{OP_2}$，OP_1 和 OP_2 都无信号输入，DV_C 和 DV_H 都关闭，真空伺服驱动器保持原工作状态。这时，输到车内的空调风的冷量刚好保持车内温度在设定温度下。如果外界的条件发生变化，例如太阳直晒，则车内变得热量增多，电桥又会输 V_B 电位给 OP_1，使 DV_C 工作，空调风的温度下降一些。反之外界温度下降，电桥会输 V_A 给 OP_2，空调风的温度会自动高一些。同样保持车内温度在预定的 25℃。

由于环境的温度、太阳辐射热和其他因素的变化，两个比较计算器将不断工作，输出电流给真空电磁阀，使真空伺服驱动器不断地调节控制的位置和调温门的位置，使输出的空调温度不断变化，以调配车内变化的温度差，使车内的温度保持在设定的温度范围。

热水阀开关在控制杆关闭调温门的加热器空气通路时，控制杆上有装置，用以切断热水阀的真空气路。当控制杆打开温度门通入加热器的通道时，将恢复通过热水。这样安排是很合理亦很有必要，因为在空调器输出最大冷量时，不使用加热器，另外功能选择键在自然风时，不要加热器工作。反之在其他场合，控制杆都不会在最冷位置。

风扇的转速在需要大制冷量时高速运行，在需要制冷量少或不需要制冷时，低转速运行。

5.2 全自动汽车空调温度自动控制电路特点分析

从上面分析可知，所谓温度自动控制主要是指系统内两个真空电磁阀在环境和车内温度发生变化时，能自动进行调节的功能。

图 6-28 是根据图 6-27 原理而制成的空调温度自动控制电路。

自动控制系统由车内温度传感器 C、大气温度传感器 D 和阳光辐射传感器 E、反馈电位

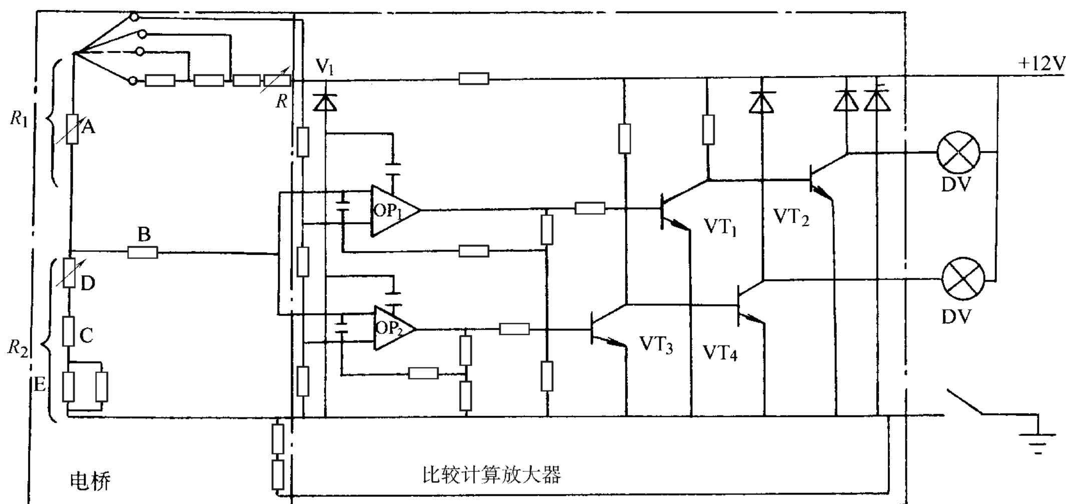


图 6-28 空调温度自动控制电路

器 B，以及温度选择器的可变电阻 A 几部分组成一个检测信号电桥；OP_1、OP_2 和晶体管组成比较计算放大器电路，以输出信号控制两个真空电磁阀。

电路原理为：由传感器 C、D、E 测得的温度变化首先转换成电信号（电阻值的增减），引起电路中电压变化，并输入比较计算器 OP；同时，温度调节器在选定某一温度值后，将有一个确定的阻值，亦输入到比较计算器 OP。两个信号经计算比较后，再将信号送到放大器两级放大后，输入到真空电磁阀 DV，通过控制真空伺服驱动器按设定值调节温度，并在反馈电位器的作用下，根据车内的温度变化，不断修正系统输出的信号，使车内的温度保持恒定。

温度自动控制系统的实际工作过程如下：

当预定温度高于车内温度时，传感器的总阻值 R_2 大于调温键的阻值 R_1，即 $R_1 < R_2$。这时电路 $V_1 > V_2$，OP_1 有电流输出，经过 VT_1 和 VT_2 两晶体管的直接耦合放大后，电磁阀 DV_C 工作，真空伺服驱动器的控制杆将缩短，增大了加热器空气通路，使车内的温度上升。由于 OP_2 无信号输出，所以真空电磁阀 DV_H 不工作。

当设置的预定温度低于车内温度时，传感器的阻值小于调温键阻值 R_1，即 $R_1 > R_2$。则有 $V_1 > V_2$，OP_2 输出信号，经 VT_3 和 VT_4 放大后，输至电磁真空阀 DV_C，真空伺服驱动器的气路开通，伺服真空驱动器的控制杆将伸长，减小加热器调温门，输入车内的温度则为较凉的空气，使车内温度降下来。

若车内温度和设定温度相同，则电桥处于平衡状态，比较器将无信号输出，空调器仅维持风扇中、低速运转，以输出合适温度的空调风，并保持车内温度恒定。这时，只要车外温度发生变化，即车外进来的空气量或温度发生变化，比较器又会在传感器送来信号后开始工作。若外界空气温度下降，则需要加热量多一些，这时 OP_1 有信号输出；若输入的空气温度上升，或者阳光辐射量增加，都需要减小空气的加热量，则 OP_2 工作。这样两个比较器处于不断修正的交替工作状态，来保持车内温度恒定而不受外界环境的影响。

6 微电脑控制的汽车空调温度调配系统

6.1 微电脑控制的汽车空调控制系统

20 世纪 80 年代初，美国通用汽车公司首先在别克（Buick）轿车上应用微电脑控制的汽车空调系统，接着丰田的世纪、高级皇冠、凌志等高级轿车也开始应用微电脑控制的汽车空调。目前日产、大众、奔驰等欧美日汽车公司的高级轿车都已装上电脑控制的全自动空调系统，实际上，由于目前微电脑的功能和存储量扩展许多，所以在微电脑控制的发动机系统基础上，增加一点辅助系统，即可构成微电脑控制的空调系统。

电脑控制的空调系统，不仅能按照乘员的需要送出最舒适温度、湿度的风，而且还可以根据实际需要调节风速、风量。由于能自动控制，它极大地简化了乘员的操作工作。

电脑控制的汽车空调系统一般具有如下的功能。

1）空调控制：温度自动控制、风量控制、运转方式的自动控制、换气量的控制等，以满足车内乘员对空调舒适性的要求。

2）节能控制：即压缩机运转工况的控制、换气量的最佳控制，以及随温度变化的换气切换、增大转入经济运行、根据车室内外温度自动切断压缩机电源等的控制。

3）故障、安全报警：制冷剂不足报警、制冷压力高出或低出报警、离合器打滑报警、各种控制器件的故障判断报警，并对故障判断报警，且故障部位用闪烁指示灯报警，直到修复为止。电脑空调系统在器件发生故障报警同时，还能将这一系统自动转入常规运行状态而不影响空调系统的工作。例如：进气门发生故障，则车内再循环空气门不再使用，进气门会自动地将它接到车外空气通路，空调系统继续工作，但外界空气进入车内，空调器便不能提供最凉的空气。

4）显示：能显示给定的温度、控制温度、控制方式、运转方式的状况，以及运转时间等。

5）故障诊断储存：空调系统发生故障，电脑把故障部位用故障码的形式储存起来，在需要修理时能指示故障的部位，所以很容易修理。

电脑控制的空调系统以其高度自动化，高度可靠性、经济性和舒适性、安全性等优点，使这类汽车空调日益普及的应用。

6.2 微电脑控制的汽车空调结构原理

汽车上应用的微电脑，和工业上使用的计算机控制系统是一样的，是一个比较复杂的系统，它包括硬件和软件。

1）硬件包括主机和 I/O 接口设备，主机包括中央处理器 CPU 和主存储器 RAM；主机依靠 I/O 接口设备输入信息（键盘、传感器信号），输出指令（打印、绘图、显示、转换器等）。

2）软件包括系统软件和应用软件。系统软件含有语言处理程序、操作系统、服务诊断系统程序等；应用软件包括工程设计程序、数据处理程序和过程控制程序。

3）微电脑空调系统包括了硬件系统和软件系统，如图 6-29 所示。硬件中的主机负责计

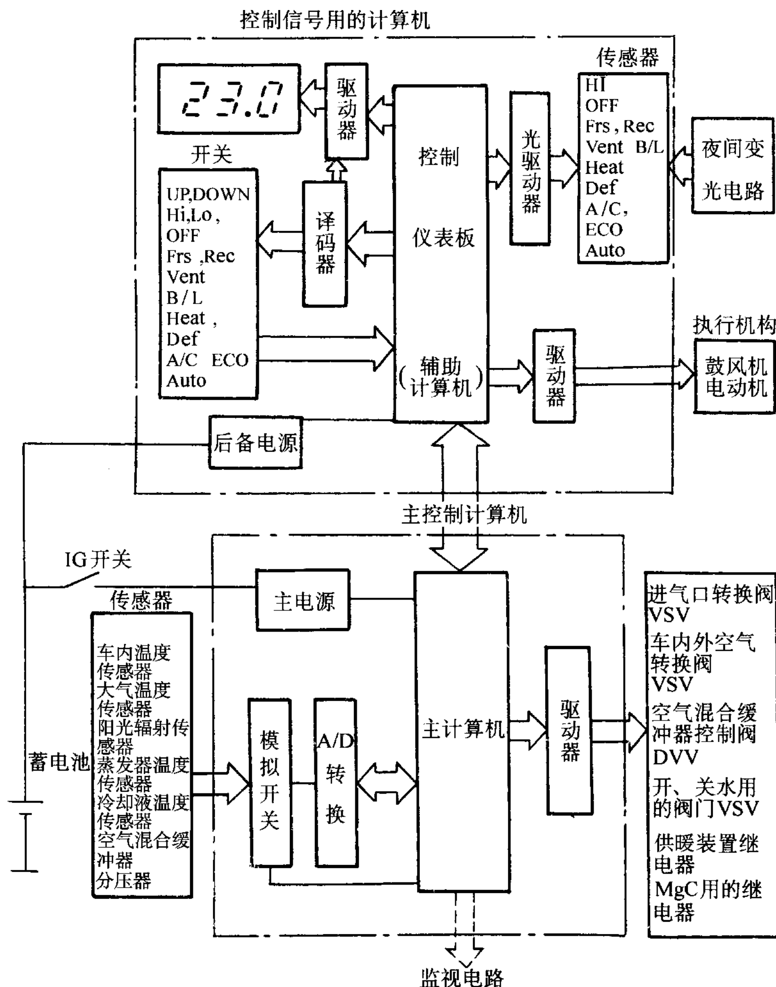


图 6-29　微电脑控制汽车空调的组成和接口

算、记忆、判断、计时。I/O 接口输入设备模拟开关和 A/D 转换器，将人工输入温度通过模拟开关输入主机；而传感器送来的信息通过 A/D 转换器输入主机；I/O 接口输出设备有驱动器，控制各个电磁阀。如图 6-29 所示，主机主要控制压缩机工况和空调器一些主要功能以及进行监视。在主机的接口上增加了一个辅助计算系统。其实这是一个过程控制程序的应用软件系统。它控制着空调系统的制冷、制热、风门、风向、温度、流速等。

从图 6-29 可知，电脑主机是单独接收和计算各种传感器输入的信号，以及对控制信号的反馈进行迅速的演算、记忆、比较、判断，再发出各种指令，驱动各执行机构工作，调节、控制车门的温度和各种空调参数的。

4）微电脑空调系统的工作原理。图 6-30 是微电脑控制汽车空调系统工作原理图，它是根据图 6-29 简化而来的。如图示，电脑控制的空调分为四部分，输入信息和数据，输出指令，主机的演算、记忆、判断、计时、指示故障等，计算机之外围是指令的转换器和执行器。

① 输入的信号有四类：

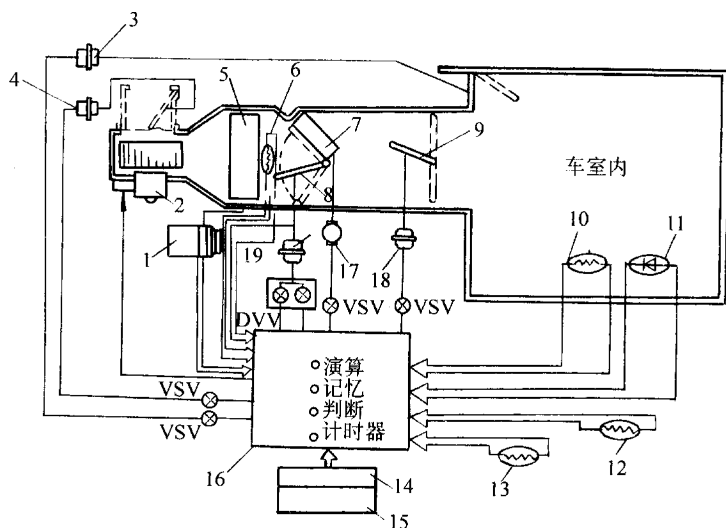


图 6-30　微电脑控制的汽车空调系统工作原理

1—压缩机　2—风机　3—上风口真空驱动器　4—外来空气口真空驱动器　5—蒸发器　6—蒸发器温度传感器　7—加热器芯　8—调温门　9—吹出风门　10—车内温度传感器　11—阳光辐射传感器　12—大气温度传感器　13—冷却液温度传感器　14—触摸开关　15—预定温度键　16—微型计算机　17—热水阀真空驱动器　18—风口切向真空驱动器　19—反馈电位计

VSV—真空转换阀　DVV—$DV_C + DV_H$—降温电磁阀 + 升温电磁阀

a. 车内温度、大气温度、阳光辐射三个传感器（热敏电阻）输入的信号。

b. 驾驶人设定的调节温度信号、选择功能信号。

c. 由分压器检出温度风门的位置信号，蒸发器温度传感器，冷却液温度传感器信号。

d. 压缩机的工作参数，如转速、制冷剂、压力、温度等。

电脑根据这些输入的信息进行计算、比较、判断，并发出工作指令和各种警告。

② 电脑的控制：电脑的控制是根据温度平衡方程进行的，输入设定的电阻为 K，车室内的温度电阻为 A，车外大气温度电阻为 B，日照电阻为 C。则它的温度平衡方程为

$$K = A + B + C$$

电脑根据这个方程进行计算、比较、判断后发出各类指令，让执行机构实施动作：

a. 向有关的真空电磁阀发出指令，驱动各个风门至相应的位置。

b. 根据温度平衡方程和热水阀传感器的信息和蒸发器温度的信息，发出指令，控制 DVV 阀动作，调节温度门在合适的位置，调配输出合适温度的空调风。

c. 根据车内的温度情况，调节空调风量，指令风扇电动机输送调节电压信号。例如，在冬天，车内温度较低时，当送风量大，送出的风温将较低，使人感觉有寒意而不舒适。但若采用调低转速的方法，则送出的暖风温度将较高，使人觉得暖和。这点则是其他自动空调系统所不能做到的。

③ 根据室外温度的高低，自动切断压缩机的工作，或切断加热器的工作。这点对降低油耗很重要。例如，当室外温度降低到 10℃以下时，电脑会自动切断压缩机的电路，并引进外界空气到车内进行空调后送入车内。在夏天，室外温度高于 30℃时，电脑会发出指令，关闭热水阀，并让风机高速运行，增加配送的凉风到车内。室外温度高于 35℃，便会自动

切断车外空气，并定期切换一次外气。

④ 对于使用容积可调式压缩机制冷系统，压缩机的节能输出会引起蒸发器温度上升。这时电脑可自动调节温度门位置，保持输出空气温度不变，保持车内温度恒定。

⑤ 在冬天和夏季雨天，必须除去玻璃上的结霜和凝雾，以保证驾驶人的安全操作和乘员的视线清晰。只要触摸 Def 开关，空调就会向风窗玻璃和汽车两侧玻璃吹出热风，融化霜雾。

6.3　微电脑控制的汽车空调控制板功能键的用途和使用

电脑控制的汽车空调系统的工作方式设定可以在控制板上的按钮轻轻按一下即完成。电脑控制板上的按键下面，有一个转换器，如图 6-31 和图 6-32 所示。只要触按一下功能键，电脑控制的空调系统即可以按照设定的温度和功能自动选择运行方式，达到你所选定的温度。

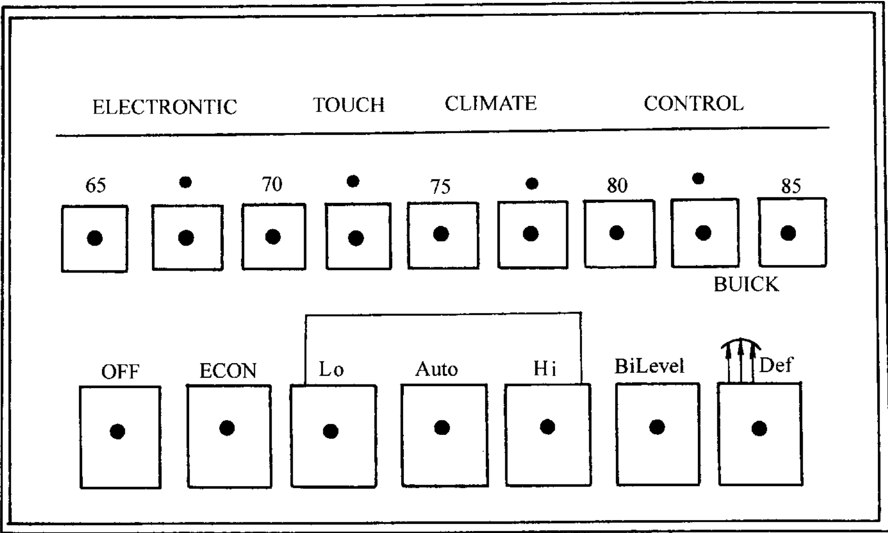


图 6-31　别克轿车（通用汽车公司）微电脑空调控制板

与其他自动空调系统不同之处在于，微电脑控制的空调系统具备有根据实际情况自行决定运行方式和自动切换风口的功能，例如：当按 Ecouomy（经济）键和选择 24℃ 温度时，压缩机停止运行，风扇可以用高、中、低速送风。此键一般在春秋时节使用，但是如果运行一段时间不能达到 24℃，那么，说明车外温度太高，或车内热负荷太大（人多），或者相反是车外温度太低，车内人太少时，电脑会根据实际情况，自动进行制冷（或供暖），达到预定温度时，又自动切断压缩机或加热器电磁阀，以保持经济运行方式，该键的空调风是从中风门送进车内。压缩机运行的车外温度为 25℃，而热水阀开启的温度为 15℃。在经济键位置，空调系统是采用单冷或单暖的控制方式。

选择 BiLevel 键，预定温度在 24℃、其运行方式与 Economy 时一样的，只不过空调风是由中风门和下风门两个风口送入车内，压缩机、加热器一直在（单暖控制间断）运行，送出风温由单暖控制的温度门的开度来决定。其目的保持车内为恒温 24℃。

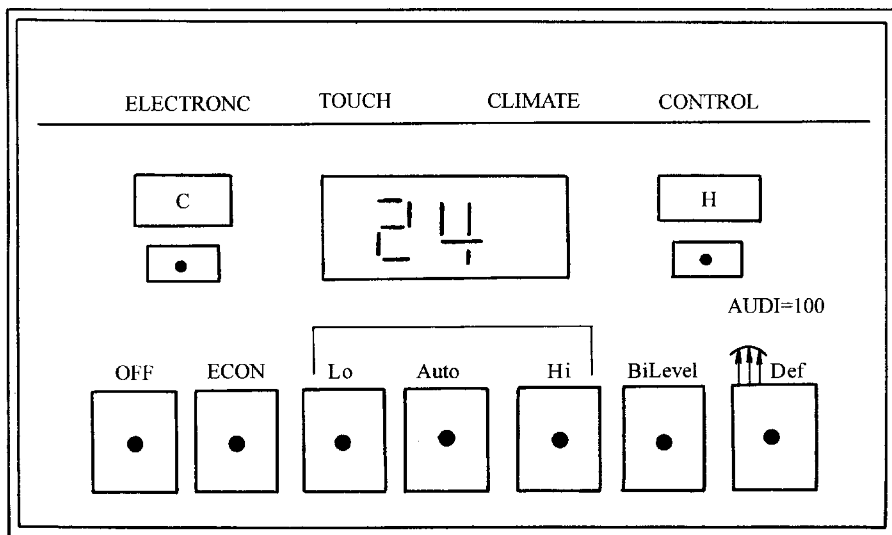


图 6-32 大众汽车公司奥迪—100 轿车微电脑空调控制板

若在夏季，按键则在 Lo、Auto、Hi 三档，温度预定在 25℃时，电脑便会根据具体的情况决定运行方式，但是空调风是中风门送空气进车内的。当车外温度在 35℃，或车内温度在 30℃时，电脑会关闭外来空气口和热水开关，让车内空气循环通过蒸发器降温，风扇高速运行，尽快将车内的温度降下来。达到 24℃时，车外空气则按一定的调配比例送入，和车内空气混合一起循环，这样既利于保持温度，又利于保持湿度和节能。当车外温度低于 15℃时，压缩机会自动停止运行，让车外按一定比例调配后进来的空气，通过加热器加热后再由中风门输入车内，以利于保持车内温度、湿度。与此同时风扇的速度也会根据车内温度的低高由低速向高速变化，以保证车内舒适性的风量。在 15 ~ 35℃之间的车外温度，送进车内的风量是先经过蒸发器降温除湿，然后再经加热器升温送到车内，输送的空调风温度将根据车内的温度，由电脑自动调节调温门；送风量也由风扇的转速来确定；车外空气亦按一定比例送入车内；当车外温度低于 15℃时，电脑只开通供暖系统运行，这时系统自动开启下风门，暖风由中、下风门送入车内。

汽车内的相对湿度在 50% ~80% 之间时比较舒适。夏季是靠引进 40% ~55% 的新风量来调节其湿度，而冬季由于室外空气比较干燥，车内加暖后其相对湿度 15% ~30%，故车内空气干燥，引起皮肤干裂和瘙痒，必须进行加湿。此外，为保证行车安全，空调又都具有除霜功能。

电脑还能对空调系统的故障进行诊断和警告，并储存起来，以备修理之用。当系统出现下列状况：

① 车内温度传感器电路开路或短路。

② 大气温度传感器电路开路或短路。

③ 蒸发器温度传感器电路开路或短路。

④ 冷却液温度传感器电路开路或短路。

⑤ 阳光辐射传感器电路开路或短路。

⑥ 发动机转速和压缩机转速的正常比值差 20% 以上。

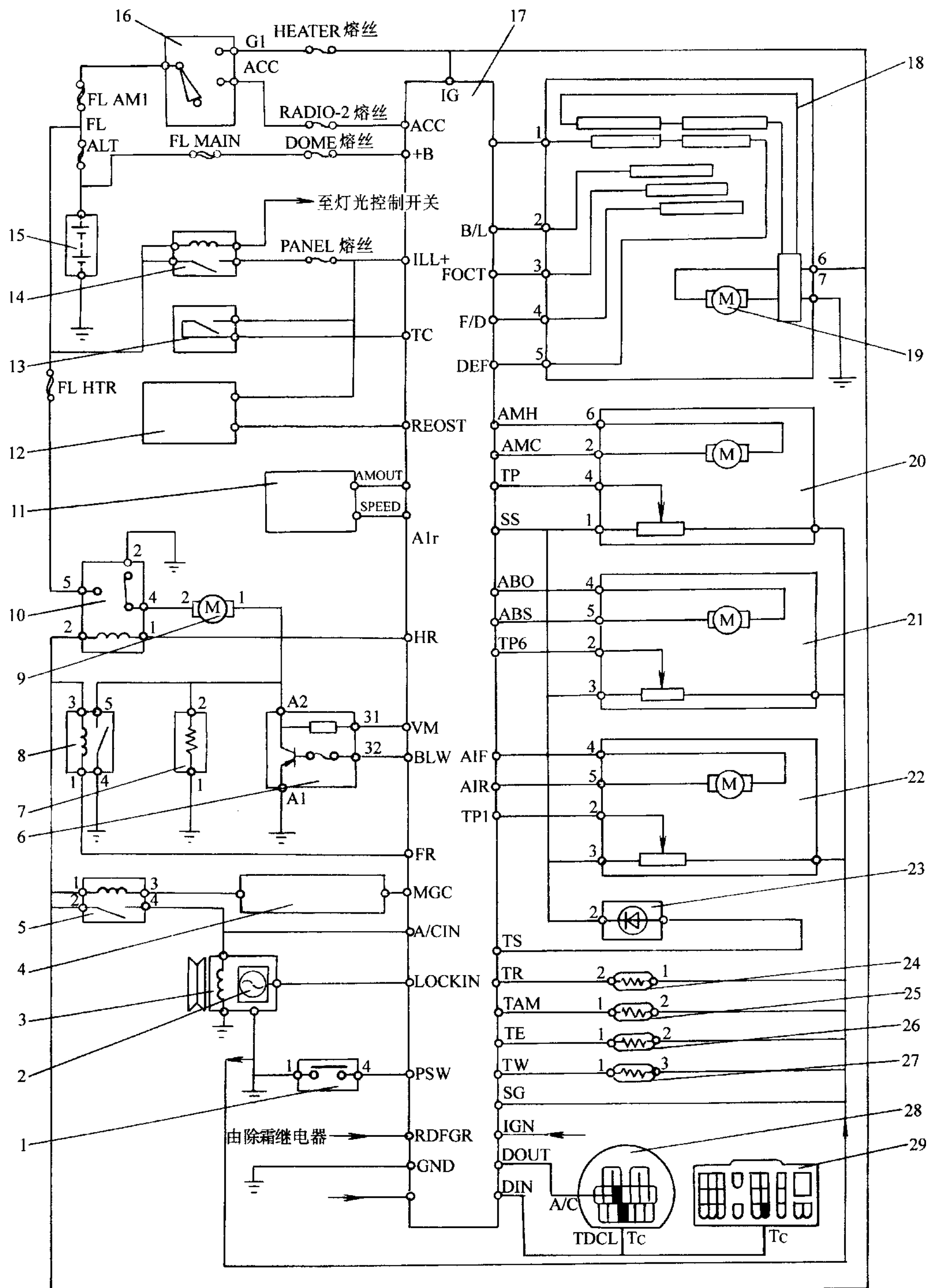


图 6-33　最新电脑控制的空调系统工作原理

1—压力开关　2—压缩机传感器　3—压缩机　4—发动机和变速器自动控制器　5—电磁离合器控制器　6—功率晶体管　7—空调风机电阻丝　8—风扇超高速继电器　9—空调风扇　10—采暖器继电器　11—组合仪表　12—灯光控制变阻器　13—灯光控制电阻器开关盒　14—后灯控制继电器　15—蓄电池　16—点火开关　17—空调控制电脑　18—功能选择键　19—功能选择伺服电动机　20—空气温度混合伺服电动机　21—最大冷气伺服电动机　22—进气风门电动机　23—阳光辐射传感器　24—车内温度传感器　25—大气温度传感器　26—蒸发器温度传感器　27—冷却液温度传感器　28—故障诊断通信连接器（译码器）　29—检查连接器

⑦ 制冷剂压力异常。

⑧ 压力传感器电路开路。

⑨ 调温门位置传感器电路短路或开路。

⑩ 外来空气口传感器电路短路或开路。

⑪ 真空转换阀故障。

⑫ 真空伺服电动机出现故障。

电脑都会将其故障码储存起来，对冷却液温度、制冷剂压力异常，压力传感器开路的故障，还会及时报警。直到排除这些故障为止。

最新电脑控制的空调系统的执行机构不是采用电磁真空阀和真空驱动器来操纵各个功能键和温度键来达到空调温度的稳定，而是采用通过电脑控制的相应部件上的伺服电动机。即通过按键输入到电脑的各种信息，电脑通过计算、分析、比较后，发出指令，随即接通所需的电路和指令伺服电动机转动，按照功能选择键的输入指令，打开所需的出风口风门和调配风的温度；并按照输入的设定温度，控制调温门的位置；按照送入外来空气口的空气来源，指令外来空气口伺服电动机工作，以及控制压缩机的运行等。这些控制均通过伺服电动机来完成，这便比真空控制的可靠性和准确度均有提高，而且控制机构却更简单，所占位置也更少，具体的工作原理如图 6-33 所示。

图 6-34 是丰田汽车微电脑空调系统中各元器件、传感器等分布图。

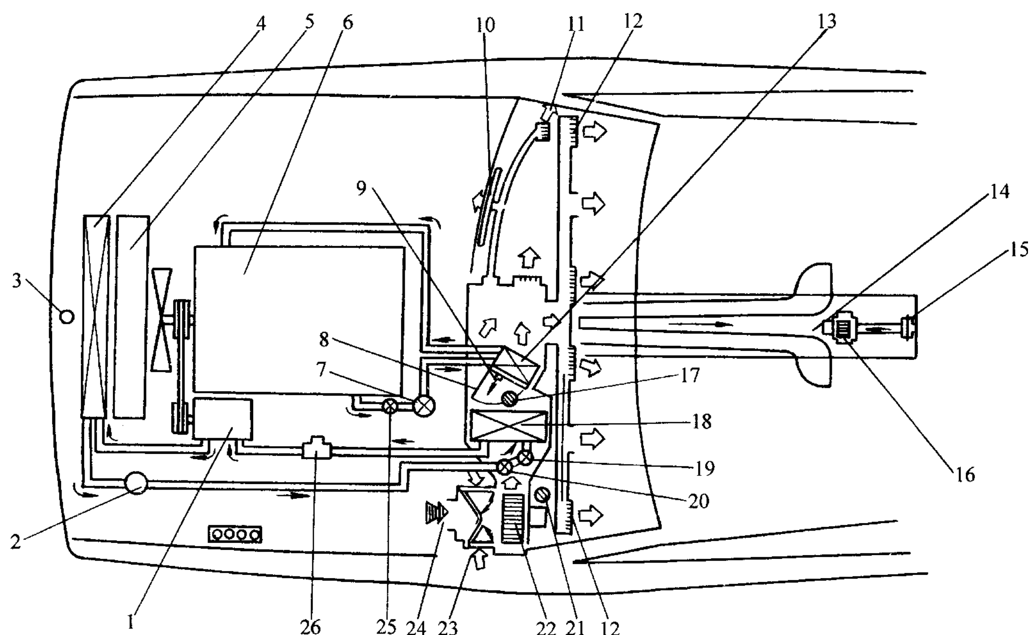


图 6-34　丰田汽车微电脑空调系统各元器件、传感器等分布图

1—压缩机　2—储液干燥器　3—大气温度传感器　4—冷凝器　5—散热器　6—发动机　7—热水真空阀　8—调温门　9—调温门位置传感器　10—上风口　11—下风口　12—中风口　13—加热器芯　14—后座出风口　15—车内温度传感器　16—风机　17—蒸发器温度传感器　18—蒸发器　19—外平衡式膨胀阀　20—制冷剂压力传感器　21—阳光辐射传感器　22—空调器风机　23—车内循环空气口　24—车外空气　25—冷却液温度传感器　26—蒸发器压力控制阀（EPR）

7　大中型车辆汽车空调的温度调配控制系统

近年来，大中型客车空调系统发展得非常迅速，已向全天候发展，即既能调节冷、暖、湿度（除湿和加温），又能调节通风。控制系统已经实现全自动控制和电脑控制，如图 6-35 所示为高级豪华旅游车空调系统的布局。

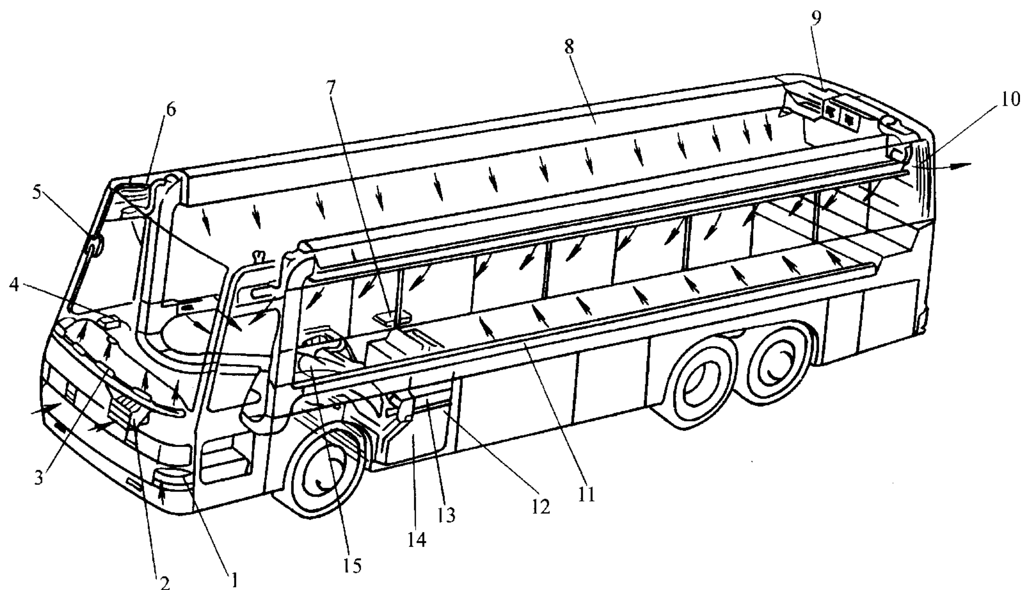


图 6-35　高级豪华旅游车空调系统的布局

1—踏板通风　2—除霜加热器　3—除霜门　4—空调控制板　5—阳光辐射传感器　6—前侧通风　7—控制箱　8—冷气管　9—后部通风　10—出风口　11—暖气管　12—外来空气进口　13—空调器　14—压缩机　15—加热器

对于大、中型客车，空调装置远离驾驶人，因此必须有自动控制系统，监视、报警系统和安全装置。对于独立空调，必须具备燃料、燃烧、冷却液温度、油压等监视装置和压缩机的高、低压报警装置。

图 6-36 是广州客车厂生产的冷气公共汽车的控制面板。

冷却液温度警告灯：当冷却液温度警告灯闪烁，则说明副发动机冷却液温度过高，这时，电脑会自动切断发动机的点火电路（汽油机）或油路（柴油机），以保护发动机不致损坏。

油压警告灯：它通过油压表测定副发动机的机油压力。如果油压过高，油压警告灯将闪烁，但副发动机仍然工作，警示排除故障；若油压过低，警告灯亮并自动停止副发动机的工作，保护副发动机不致烧坏。

制冷剂压力警告灯：若制冷系统的制冷剂压力过高或过低，此灯都会闪烁，并自动停止副发动机工作，以保护制冷系统不损坏。

调温键：功能键控制车内空调的温度在一个恒定的温度内，逆时针转动，温度降低。调温键在任何一个位置，就对应于其中一个车内温度。

控制开关：此键用来选择四种降温方法的一种。在“Auto”位置时，风扇根据所选择

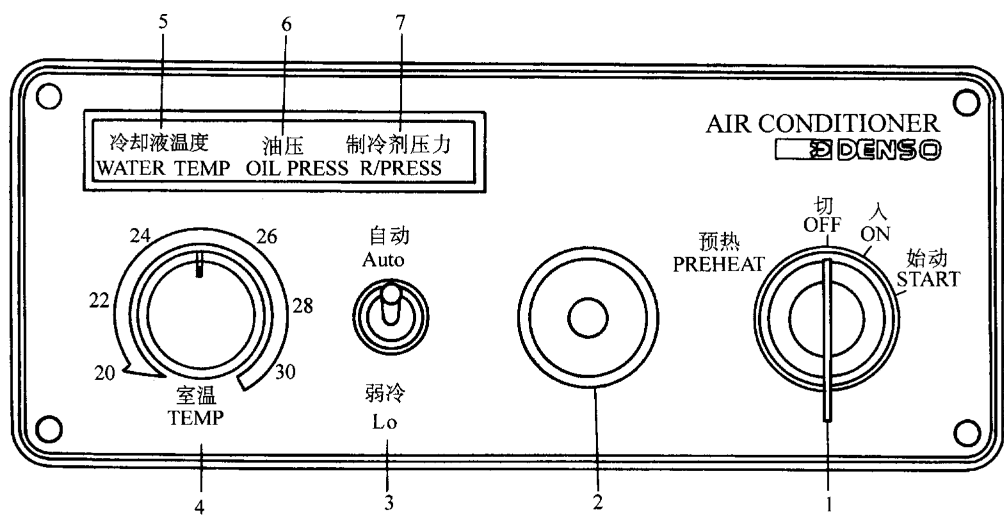


图 6-36 冷气公共汽车控制面板

1—总开关 2—加热指示灯 3—控制方式开关 4—调温键 5—冷却液温度警告灯 6—油压警告灯 7—制冷剂压力警告灯

的温度送出适当的冷空气量。

加热指示灯：副发动机起动之前，指示预热塞在工作状态。在发动机正常工作后，指示驾驶人应该切断预热塞的电源。

总开关：用来预热和起动副发动机。在“ON”位置时，向所有空调系统中需要电的部件供电。

上述的控制、监视、自动保护功能都由电脑集中控制和操作。例如温度自动控制是依靠4个传感器：大气温度传感器、车内温度传感器、阳光辐射传感器和蒸发器温度传感器根据不同温度下的不同阻值，转换成不同的电压信号，以及调温键的电阻电压信号各自独立输入电脑。如图6-37所示。电脑根据这些信号，进行计算、比较、判断，并发出相应指令，副发动机和风扇便以适当的转速工作，产生相应的制冷量与设定的温度相适应。电脑能自动地选择制冷模式来调节副发动机的不同工况和风扇的转速，以供给不同制冷量。表6-1是不同控制模式下的制冷工况。电脑能指令四种制冷模式工作，产生四种制冷工况，以维持车内温度的恒定。在控制板上，还特设了一个手动按键，即控制键的微冷开关的制冷工况，这和电脑的旁通阀控制模式一样，但关闭了旁通阀。

表 6-1 微电脑控制的四种制冷模式的制冷工况

	控制方式	制冷模式，风扇工况	发动机转速 /（r/min）	制冷量 /（MJ/h）	冷空气量 /（m^3/h）	旁通阀工况
自动控制模式	发动机转速控制	高速	1700	93.3	3000	关闭
		中速	1100	71.1	2400	
		低速	1100	60.7	2000	
	旁通阀控制	低速、旁通	1100	35.6	2000	开通
手动模式	发动机转速控制	低速	1100	35.6	2000	关闭

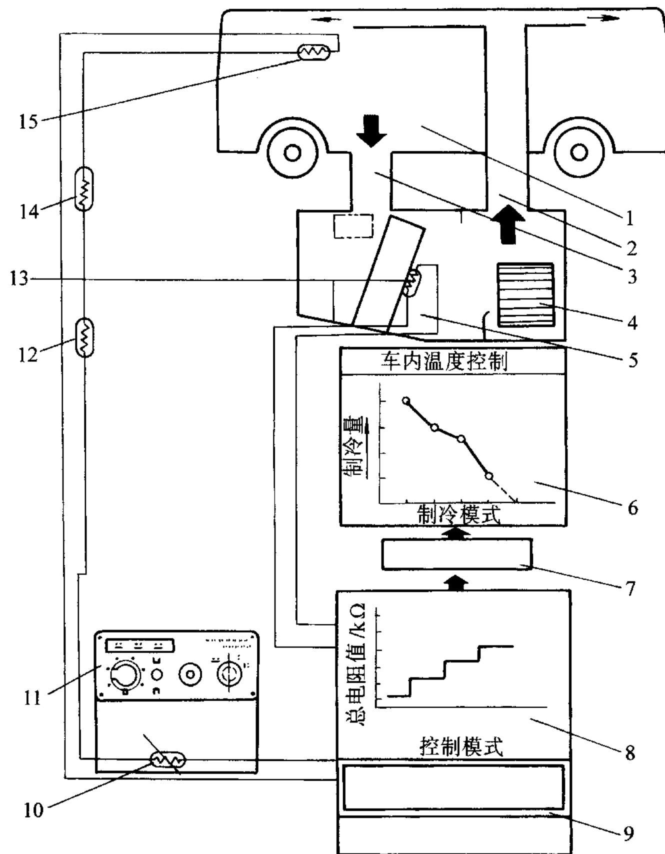


图6-37　公共汽车空调微电脑控制过程

1—车厢　2—输送冷气　3—车内循环空气　4—蒸发器风扇　5—蒸发器　6—制冷量与制冷模式关系　7—放大器和继电器电路　8—总阻值与选择控制模式关系　9—控制车内温度的计算机　10—调温键电阻　11—控制板　12—大气温度传感器　13—蒸发器温度传感器　14—阳光辐射传感器　15—车内温度传感器

第 7 章　汽车空调的运行保护控制和工况的控制

如前面章节所述，为了使汽车空调系统能够正常运行，维持车内所需要的温度，空调系统除了需要一整套的温度控制、送风量控制，以及制冷系统制冷剂的温度控制、压力控制、流量控制，还有有关的电路、电脑、控制器、控制装置和控制板等以外，为了在一些特殊的情况下使空调系统不受损坏，系统内还需要设置保护装置和保护电路。

汽车安装了空调系统后，特别是安装了非独立空调系统，需要消耗主发动机的动力和电源。这必然会影响发动机的动力性和经济性，结果使汽车的动力性，汽车运行的工况受到影响。为了保证汽车在各种工况下都能够不因为安装空调受到影响，所以还必须设置汽车工况的控制装置。

本章将介绍安全保护装置和工况控制装置。

1　汽车空调的运行保护装置

控制制冷剂在允许的工作温度和压力下工作，是保证空调长期、安全工作的必要条件。汽车空调分别通过下述方法来实现这种控制。

1.1　非独立空调制冷系统的运行保护控制装置

1.1.1　高压压力保护开关

高压压力保护开关是用来防止制冷系统在异常的高压下工作，以保护冷凝器和高压管路不会爆裂，压缩机的排气阀不会折断，以及压缩机其他零件和离合器不损坏。当冷凝器被污垢、杂物、碎纸或塑料薄膜阻挡冷却风道时，由于制冷剂无法冷却，制冷剂压力便会升高；当制冷系统制冷剂量过多时，系统压力也会增高；还有其他原因都会引起系统压力过高的异常，这时高压压力保护装置开关会自动将离合器电路切断，使压缩机停止运行，同时又将冷凝器风扇高速档电路接通，这样来自动提高风扇转速，以便较快地降低冷凝器的温度和压力。

高压压力保护开关的结构如图 7-1 所示，它直接装在储液器上面，使高压制冷剂蒸气作用在膜片上。正常情况下，触头常闭，接通离合器电路，压缩机运行。当制冷系统压力异常，高至 2.788MPa 时，金属膜片的弹力小于蒸气压力，金属膜片便反弹变形，触点迅速脱离，将离合器电路断开，压缩机停止运行，从而保护了压缩机。当制冷剂压力下降到

2.13MPa 时，金属膜片会自动恢复原状，触点重新闭合，电路接通，压缩机又恢复运行。

1.1.2 低压压力保护开关

低压压力保护开关的功能是感测制冷系统高压侧的制冷剂压力是否正常。当压缩机排出的制冷剂压力过低时，低压压力保护开关会自动切断离合器电路，压缩机停止运行，以保护压缩机不会损坏。当制冷系统的制冷剂不足或泄漏时，冷冻润滑油也有可能随着泄漏，这样系统的润滑油便会不足，压缩机继续运行，将导致严重损坏。所以当高压侧的压力低于 0.423MPa 时，低压保护开关便将离合器电路断开，保证压缩机不受到损坏。

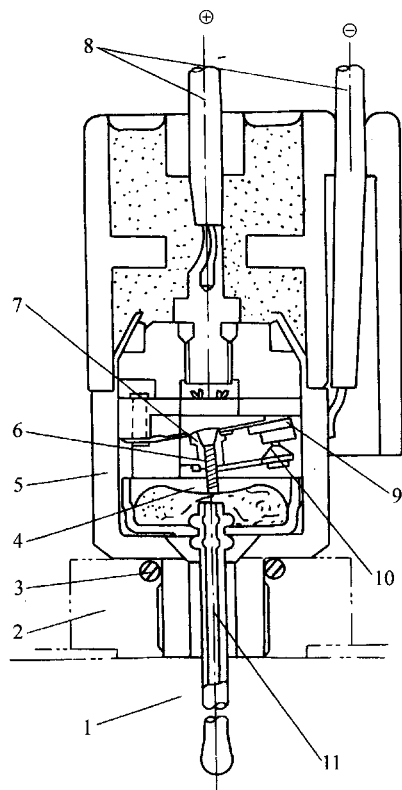


图 7-1 高压压力保护开关
1—制冷剂 2—储液器 3—O 形圈 4—膜片 5—外表 6—膜片 7—调整螺钉 8—接线柱 9—活动触点 10—固定触点 11—感温包

低压压力保护开关还有一个功能，是在环境温度较低时，会自动切断离合器电路，使压缩机在低温下自动停止运行，这样可减少动力消耗，达到节能的目的。作用的原理如下：当外面环境温度过低时，冷凝温度亦低，相应的压缩机排出的制冷剂的温度和压力也低，例如环境温度 < 10℃时，其压力正好是 0.423MPa，此压力正是低压开关切断离合器电源的数值。所以温度（环境）低于 10℃时，低压压力保护开关使制冷系统自动停止工作。

低压压力保护开关的结构如图 7-2 所示。结构和高压保护开关一样，不过是将动、定触点的位置调动一下。它也是用螺纹接头直接安装在储液器上。

还有一种低压压力保护开关安装在制冷系统的低压端，是用来控制蒸发器的压力不致过低而结冰，保证制冷系统工作的。在 CCOT 系统中，为控制压缩机工作循环，在热旁通阀系统中，除了用恒温开关、热敏电阻来控制电磁旁通阀的通路外，还可采用低压开关来控制。这时，低压开关装在蒸发器的出口处，以感测其压力。当蒸发器压力在 0.253 ~ 0.289MPa 时，低压开关将电磁旁通阀的电路接通，电磁旁通阀开始工作，让一部分高压热蒸气通过旁通阀流到压缩机吸气口，使蒸发器压力回升，以防止其结冰。当蒸发器压力上升到一定量值时，低压开关又切断其电路，制冷系统又恢复正常的制冷工作。这种用低压开关控制的

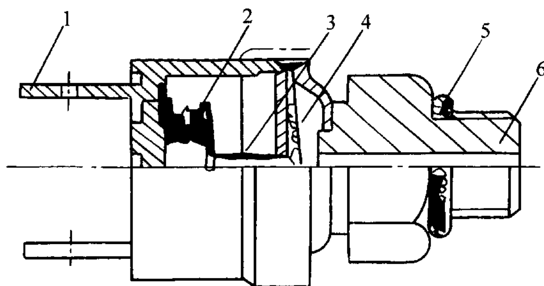


图 7-2 低压压力保护开关
1—电接头 2—触头 3—动触头杆 4—膜片 5—O 形圈 6—空心螺管

热旁通阀的系统一般用在大、中型客车的空调系统中。

1.1.3 高、低压力联动保护开关

由于高、低压力保护开关均安装在储液器上，用来感测高压端的压力是否正常。所以如果把高、低压力保护开关组合成一体，这样既可减少质量和接口，又可减少制冷剂泄漏的可能性。图 7-3 就是装在储液器上面的高、低压力联动保护开关，其工作原理如下：

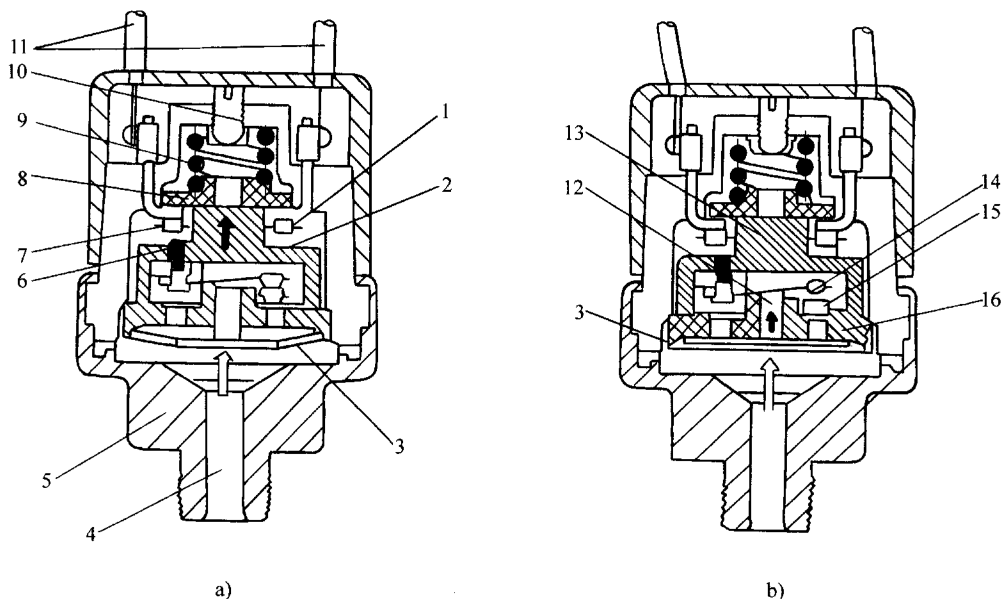


图 7-3 高、低压力联动保护开关

1—动低压触头 2—静低压触头 3—膜片 4—制冷剂压力通道 5—开关座
6—静低压触头 7—动低压触头 8—绝缘片 9—弹簧 10—调节螺钉 11—接线柱
12—顶销 13—铜座 14—高压动触头 15—高压定触头 16—膜片座

当高压制冷剂的压力正常时，压力应在 0. 423 ~2. 75MPa 之间，金属膜片和弹簧力处在平衡位置，高压触头 14、15 和低压触头 1、2、7 都闭合，电从 6、7 触头到高压触头后再到 1、2 触头出来。当制冷剂压力降低到小于 0. 423MPa 时，弹簧压力将大于制冷剂压力，推动低压触头 7 和 3 脱开，电流随即中断，压缩机停止运行，如图 7-3a 所示。反之当压力大于 2. 75MPa 时，蒸气压力将整个装置往下推倒下止点。蒸气继续压迫金属膜片下移，并推动顶销将高压动触头 14 推开并与高压定触头 15 接触，将离合器电路断开，压缩机停止运行。当高压端的压力小于 2. 17MPa 时，金属膜片恢复正常位置，压缩机又开始运行，如图 7-3b 所示。

1.1.4 过热限制器

过热限制器主要用在斜板式压缩机上，当制冷系统温度过高时，切断离合器的电路，使压缩机停止运行，防止压缩机受到损坏。

过热限制器的构造如图 7-4 所示。

它包括过热开关和热熔断器两部分。过热开关装在压缩机后盖紧靠吸气腔的位置，是一

种温度传感开关，其构造如图 7-5 所示。

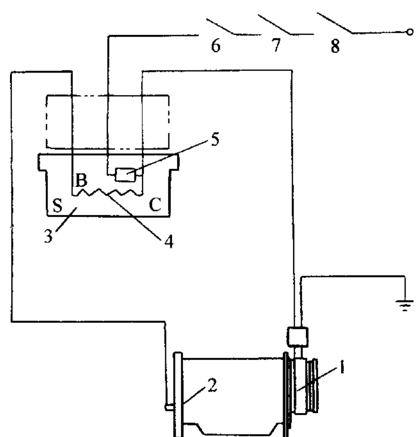


图 7-4　过热限制器

1—离合器线圈　2—过热开关　3—热熔断器　4—电热丝　5—低熔点金属丝　6—环境温度开关　7—空调开关　8—点火开关

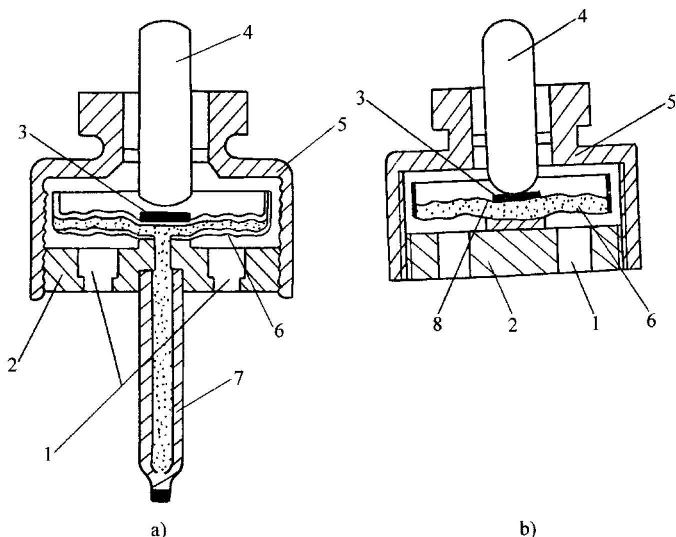


图 7-5　过热开关

a）旧型号　b）新型号

1—感温口　2—调节螺母　3—触点　4—接线柱　5—壳体　6—膜片盒　7—感温管　8—R—12 感温蒸气

图中 7-5a 是旧型号，7-5b 是新型号，两者不能混用。当制冷系统的制冷剂泄漏量较多时，压力会下降，若这时压缩机继续工作，它就会产生过热现象。这时制冷剂的温度上升，但压力不增加，就会毁坏润滑油，进而损坏压缩机，压缩机内部将烧焦变成黑色。这时，过热开关的传感器内的制冷剂蒸气将感测到入口的温度升高而将电源接通。即过热开关平时是断开的，压缩机温度过热，才会闭合。

热熔断器有三个接头，S 接过热开关，B 接外电源，C 接离合器，熔断器内部，B 和 C 之间接一个低熔点金属丝，S 和 C 接通电热丝。正常情况下，电流通过空调与环境开关，经过熔断器低熔点金属丝到压缩机的电磁线圈。

当发生过热时，过热开关闭合，使电路接地，它接通了流经过热限制器的上电热丝再到过热开关，再接地。电热丝发热后熔化低熔点金属丝，切断压缩机离合器电路和过热保护开关的短路电路，压缩机停止运行。

当热熔断器断路时，一定要仔细检查制冷系统是否因泄漏而缺少制冷剂。否则，接好低熔点金属丝后，很快又烧断。另外，如果仔细检查制冷系统后，确认不缺制冷剂，那么就可能是过热开关坏了，需要更换新的。过热开关现在已大部分为低压保护开关所取代。

1.1.5　高压卸压阀

如果制冷剂的压力升得太高，它将会损坏压缩机。因此，在典型的空调系统中，有一个装在压缩机或高压管路上的由弹簧控制的卸压阀。按不同系统和厂家，此阀的压力调整值有所不同，一般在 2.413～2.792MPa 范围内变化。当压力超出调整值时，卸压阀将开始使制冷剂放空溢出，直到压力降低到调定值为止，此时在弹簧作用下，阀又自动关闭，以保证制

冷系统正常工作。

1.1.6 时间—温度延时继电器

在非独立式空调系统中，当发动机发出最大转矩，慢速爬坡时，发动机的冷却液温度会升得很高，这时由于车速较慢，正面冲刷的冷却风量减少，致使散热器中的冷却液温度超过127℃。这时为了保护发动机正常工作，时间—温度延时继电器将切断压缩机离合器的电路，压缩机停止运行，使发动机负荷减轻，让冷却液温度降低；冷凝器温度亦相应降低，吹到散热器的空气温度也降低，从而保护了发动机的正常运行和冷却系统正常运行。这个装置还有一个功能便是在发动机在第一次起动时，延迟空调压缩机起动约 0.5min 到 1min 时间，以使发动机运转稳定后再驱动空调系统。

本装置是一个蜡式节温器上加装两对触点的电路，安装在空调开关的主线路上。石蜡式节温器安装在散热器进口处。当刚起动时，冷却液温度低，只在发动机水道内循环，此时由于发动机工作不稳定，动触点和定触点处于分开位置，空调电路断开，空调压缩机不运行。当发动机工况稳定后，冷却液温度升高到 82℃时，石蜡膨胀，迫使绝缘轴上移，两触点接触。空调压缩机开始运行。当发动机满负荷，汽车慢速行驶时，冷却液温度上升，迫使轴上移，动触点在定触点上滑动。当温度上升到 127℃时，两触点再度断开，压缩机不运行，从而避免了发动机长期在超负荷下工作而引起机油和零件的损坏。

1.2 独立空调系统的制冷系统运行保护装置

中、大型客车上的独立空调，副发动机和压缩机等空调系统一般装在车的裙部或后置，独立空调系统远离驾驶室。所以，需要有一套操纵系统和保护装置，才能使独立空调系统安全运行和方便操作。在驾驶室中，设有副发动机的操作杆，以及空调的报警装置，它能自动保护空调系统安全工作。当空调系统的排气和吸气压力过高或过低时，报警装置会发出报警信号，同时自动停止空调系统工作；若发动机冷却液温度过高，油压过高，报警装置亦会报警，自动停止发动机运行。

独立空调系统一般由副发动机通过联轴器直接驱动压缩机，中间设有电磁离合器，所以空调系统发生故障，无论是制冷系统或者副发动机故障，电脑都将自动地指令副发动机停止运行，这时压缩机也停止运行。

1.2.1 继电器式压力控制器

独立空调系统的高压、低压是由压力控制器来控制的。当压缩机排出的压力超过设定值，或者吸入的压力低于设定值时，高低压力控制器将切断汽油机的点火电路或切断柴油机的燃油供应，使副发动机停止运行，随即压缩机也停止制冷；与此同时在控制板上发出蜂鸣声或者闪烁指示警告灯，保护压缩机不因过高压力或过低压力而遭受损坏。

高压和低压控制器可以是独立的，即各自独立安装在排气阀或吸气阀上，分别起保护作用，这点和上述的高低压保护开关一样。为了结构紧凑，减少触点的故障，把高压和低压控制器组装起来，并串联成电路，公共使用一对触点，这就是所谓的继电器式压力控制器。

压力控制器有多种，其原理基本相同。制冷系统中常用的压力控制器有 YT、YK、KD 和 KP 型。用在汽车制冷系统的为 KP 型。例如 KP15 型，其构造如图 7-6 所示。其工作过程

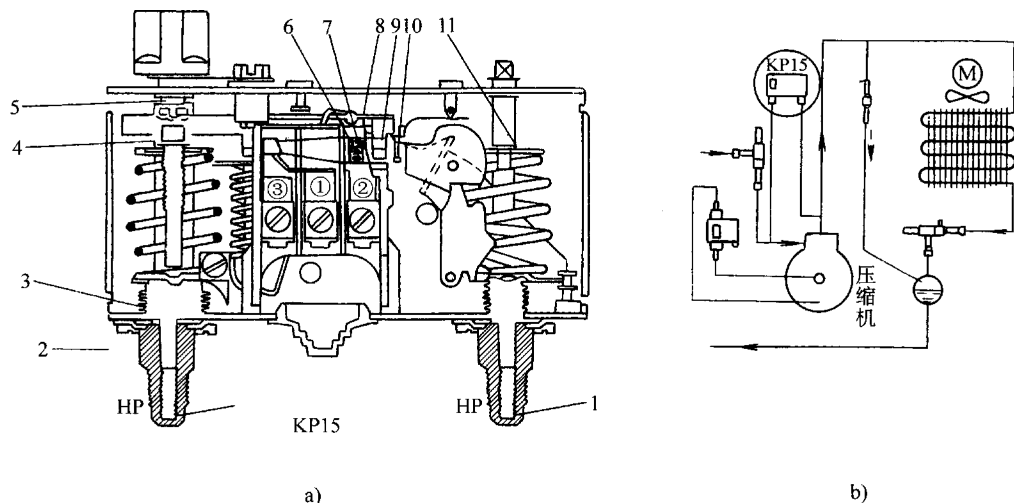


图 7-6　KP 型高低压控制器结构及在系统中的安装

a）结构　b）安装位置

1、2—高低压引入接头　3—波纹管　4—幅差调节螺钉　5—低压调节螺钉

6、8—动触点　7—静触点　9—低压弹跳触点　10—高压弹跳触点　11—挡片

为：通过毛细管从压缩机的吸、排气阀引出压力和继电器相连。由波纹管感知吸、排气的压力变化。若吸气压力过低，则波纹管缩短，带动动触点的杠杆下移，使触头分开，将发动机的点火电路，或柴油机的油路供应的电磁阀切断。当高压端的波纹管感知高压系统压力超过规定值，这时波纹管伸长，克服弹簧力使动触点跳开，也切断上述电路。压力高出或低于规定值，动触点跳开时，都会接通报警器电路，使报警器发出信号。图中所示的是高、低压在规定值时，触点在弹簧作用下是关闭的。

KP15 的技术条件为：高压范围 0. 5 ~2. 7MPa，幅差 0. 4MPa；低压 0 ~0. 65MPa，幅差 0. 07 ~0. 4MPa；开关触头容量 DC24V，12W，自动和手动复位。其技术参数的含义是：例如当低压设定值为 0. 2MPa，幅差给定值为 0. 015MPa，那么，当压力超过 0. 215MPa 时，触点结合，压缩机工作；当压力下降低于 0. 185MPa 时，触点断开，压缩机不运行。当然中间有段让制冷系统高低压力差缩小到一定程度的时间，压缩机起动转矩比较小，起动才容易。另外其给定值的调定可用调节螺钉来实现。高压的技术参数也是同样含义。

1. 2. 2　油压控制器

大客车上还有一个油压控制器，它的功能是当副发动机的机油压力低于某一设定值时，停止副发动机，以保护副发动机不受损坏。

油压控制器安在机油滤清器上。当副发动机正常工作时，油压正常，报警灯不亮。但当机油压力降低到低于 30kPa（表压）时，油压控制器的触头便会闭合，此时，油压报警灯闪烁，副发动机亦自动停止运行。

1. 2. 3　冷却液温度控制器

独立空调式发动机上还安装有冷却液温度控制器，其功能是在副发动机的冷却液温度高

于107℃时，自动使副发动机停止运行，同时报警灯闪烁。它实际上是一个石蜡式的温控开关，安装在水泵的进口位置，以控制和监督发动机的冷却液温度。

1.2.4 燃料切断阀

独立空调系统中，不论是制冷系统的排气压力和吸气压力的值处于不正常范围，还是副发动机的冷却液温度太高，超过规定值，或者副发动机的油压低于正常值都会导致大客车上的电脑控制器发出停止副发动机运行的指令，并同时或单独报警，显示其处在不正常工作状态，直到消除故障报警灯才熄灭，恢复正常状态。这样才能保障独立空调系统始终在安全的状态下运行。

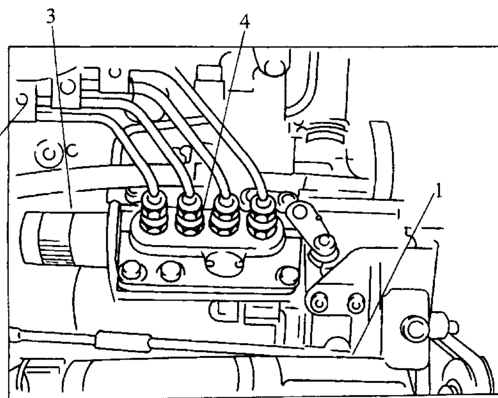


图7-7 副发动机上燃油切断阀

1—传动轴 2—副发动机转速控制器

3—燃油切断阀 4—高压油泵

图7-7是日野大客车独立空调系统副发动机上的柴油机燃油切断阀。它是一个电磁阀，只要制冷系统高低压力、副发动机油压、冷却液温度不正常，则控制器就会发出指令，接通燃油切断阀的电源，将高压油泵的油路关闭，迫使发动机自动熄灭。

图7-8所示是独立空调系统保护装置的电路图。图中表明：制冷系统的排气高压阀、吸气低压阀、冷却液温度阀均串联有报警灯，然后并联接通至燃油切断电磁阀。正常状态下，各开关都处于开启状态，燃油切断阀正常通电。若其中一个发生故障，则接通报警灯，并由控制器发出信号，切断燃油切断阀的电磁线圈电路，关闭油路停止燃油供应。

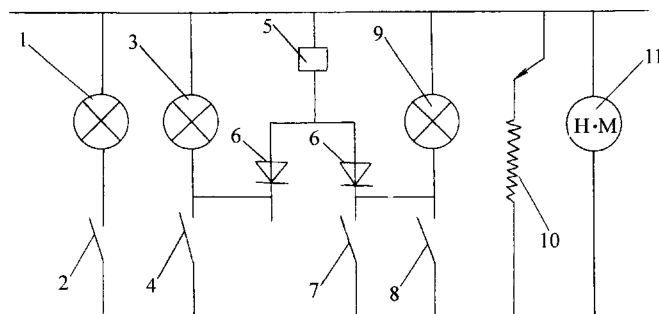


图7-8 大客车空调系统保护电路

1—油压报警灯 2—油压保护开关 3—冷却液温度报警灯 4—冷却液温度保护开关 5—控制器 6—大功率二极管 7—高压保护开关 8—低压保护开关 9—制冷剂压力报警灯 10—燃油切断阀 11—时钟

1.2.5 副发动机的速度控制

独立式空调系统制冷量的调节，是通过改变副发动机的转速来实现的。一般是将副发动机的转速分为三档调节。当然不同的发动机有不同的调节方法。比如对于汽油机，是通过改变混合气的浓度来控制发动机的转速。

由于副发动机的转速不像主发动机那样变化频繁，只需一个发动机速度控制装置，如图 7-9 所示，把进入发动机的供燃烧的空气量分为三档供应。其原理如下：当电磁线圈 A 和 B 都不通电时，气体只有从中间孔进入发动机，这时空气量最小，发动机转速最低；当电磁线圈 A 通电时，带动铁心 A 移动，A 的阀门被打开，这时发动机将有两个阀门进气，进气量提高，其转速也提高到中速档；当 B 电磁线圈通电时，移动铁心 B，最大进气阀门 B 开启，发动机进气量增大，混合气增多，转速也提高到最大档运行。由此可见，采用该装置时，驾驶人就可以根据具体情况来调节副发动机转速，调配空调系统的制冷量，以使空调系统在最佳经济状况下运行。

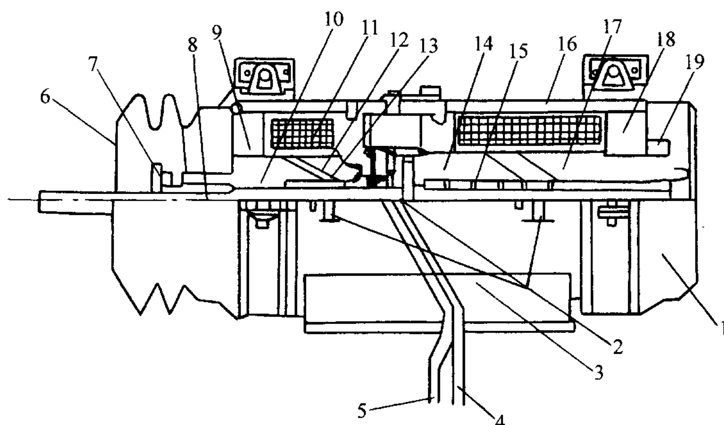


图 7-9　副发动机速度控制装置

1—防水胶盖 B　2—进气口　3—过滤器　4、5—电磁阀线圈 A、B 接头
6—防水胶盖 A　7—行程调节螺钉　8—排气管　9—前盖　10—磁铁 A　11—电磁线圈 A　12—软铁心 A
13—压缩弹簧 A　14—软铁心 B　15—压缩弹簧 B　16—电磁线圈 B　17—磁铁 B　18—后盖　19—紧固螺栓

而如果副发动机是柴油机，由于柴油机是喷油系统，其进气量是由发动机转速决定的，故只能通过控制柴油机的燃油量来控制柴油机的转速。图 7-10 是柴油机的速度控制装置，和高压油泵连接的有 1 号和 2 号两个电磁控制阀。通过在驾驶室控制的操纵杆调节连杆的位置来改变供油量。

当柴油机起动工作时，两个电磁阀的电路被接通，它们的电路通断状态由连杆的位置来决定。如图 7-11 所示。

当连杆在图 7-11a 位置时，1 号电磁阀不工作，2 号电磁阀工作，发动机高速运转。

当连杆在图 7-11b 位置时，1 号电磁阀工作，2 号不工作，发动机中速运转。

当连杆在图 7-11c 位置时，两者都工作，发动机处于低速运转。

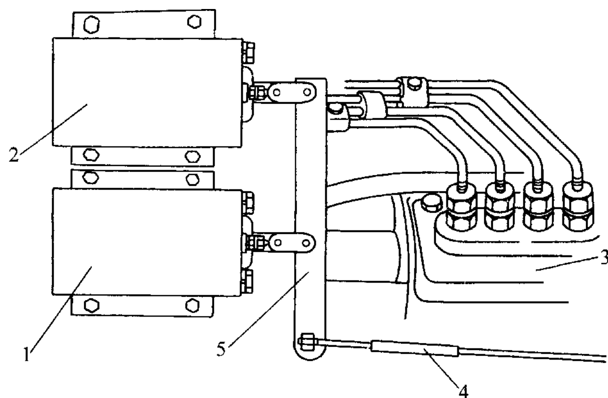


图 7-10　柴油机转速控制装置

1—2 号电磁控制阀　2—1 号电磁控制阀
3—高压油泵　4—操纵杆　5—连杆

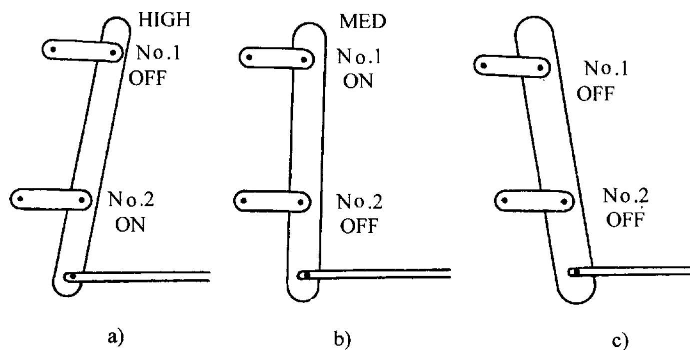


图 7-11 连杆位置控制发动机转速

需要说明的是不同的空调系统有不同控制装置和电路。

2 汽车空调运行工况的控制装置

对于非独立式空调系统，汽车发动机的配置功率大小，是以满足汽车整体性，特别是汽车的动力性和燃油经济性为原则的，所以，能额外供给空调系统的动力是不多的。在目前对汽车燃油经济性要求特别苛刻的条件下，一般都不会为空调系统特意留出更多的动力。所以，汽车安装空调系统后，对汽车的工况会产生许多不利的影响。为了消除这些不利的影响，充分发挥非独立空调系统的优点，必须根据汽车在不同工况下对动力要求的情况，分别对空调系统的运行进行控制。

2.1 发动机怠速稳定器

当汽车临时停车和慢速行驶时，发动机处在小负荷或空载负荷运行工况。此时，非独立空调系统会出现由于压缩机所需转矩的增大，而使发动机的负荷增大的矛盾，其结果会造成发动机低负荷和空负荷的怠速工况不稳定，甚至导致发动机熄火，影响汽车的低速和怠速性能，这显然是不允许的。

所以，为了保证汽车的怠速稳定性能，必须增加怠速稳定控制器，以保证在发动机怠速时能自动切断空调压缩机的离合器电路。

一般怠速稳定控制器有两种类型：一种是自动切断压缩机的离合器电路，停止压缩机运行，这样来减轻发动机的负荷，稳定发动机的怠速性能。另一种是当发动机怠速还需要空调系统继续工作时，使发动机自动加大节气门开度，以增加发动机的输出功率，并使发动机转速略有提高，达到带负荷的低速稳定运转的目的。

2.1.1 怠速继电器

怠速继电器的功能是当发动机处于怠速工况时，自动切断电磁离合器电路，停止发动机驱动压缩机来稳定发动机怠速工况的装置。这种装置是利用点火线圈的脉冲数作为转速控制信号，并将信号输入到怠速继电器的电路中。汽车空调系统的怠速继电器在点火线圈的初级低压负极上。如图 7-12 所示。它上面有一个怠速设定旋钮，预选转速由人工控制，一般把

它调整到700～750r/min 时，便能自动切断电路；950r/min 时再接通电路。如果不用怠速继电器，将档拨至 M 处，即为人工控制。

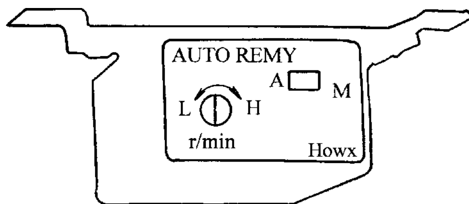


图 7-12　怠速继电器外观

怠速继电器的电路图如图 7-13 所示。

工作时，晶体管 VT_1 的基极与点火线圈初级绕组的负极接通，故能在点火线圈上得到和发动机转速一致的脉冲信号。脉冲信号经过 VT_1 放大，二极管 VD_2、VD_3 的整流和 C_1、C_3 的滤波后，便变成一个矩形脉冲信号。这个矩形脉冲信号与发动机转速一致，该信号输入到由 VT_2 和 VT_3 组成的稳态触发电路中，该电路的功能是在外加结果触发下，稳态触发电路在晶体管 VT_1 截止，VT_2 饱和的稳定状态迅速地翻转到 VT_1 饱和、VT_2 截止的另一个稳定状态。通过调节 W 的电阻值，使 VT_2 基极电压在发动机 700r/min 时正好小于 0（VT_2 截止的条件是：对于 N—P—N 管，$V_B<0$；对于 P—N—P 管，$V_B>0$），则 VT_2 截止，VT_3 饱和；VT_4 截止，VT_4 集电极将无电流经过继电器的电磁线圈，继电器触点断开，将压缩机离合器电路切断，压缩机停止运行。当发动机的转速大于 750r/min 时，触发器中 VT_1 的基极电压由于脉冲信号的增强处于 $V_B>0$ 的某一触发器的翻转电压，则 VT_1 导通，VT_2 截止，触发器输入信号到 VT_4 的基极，放大后使继电器的电磁线圈有电流通过，从而产生磁场，触头开关闭合，使离合器的电路接通，压缩机运行。

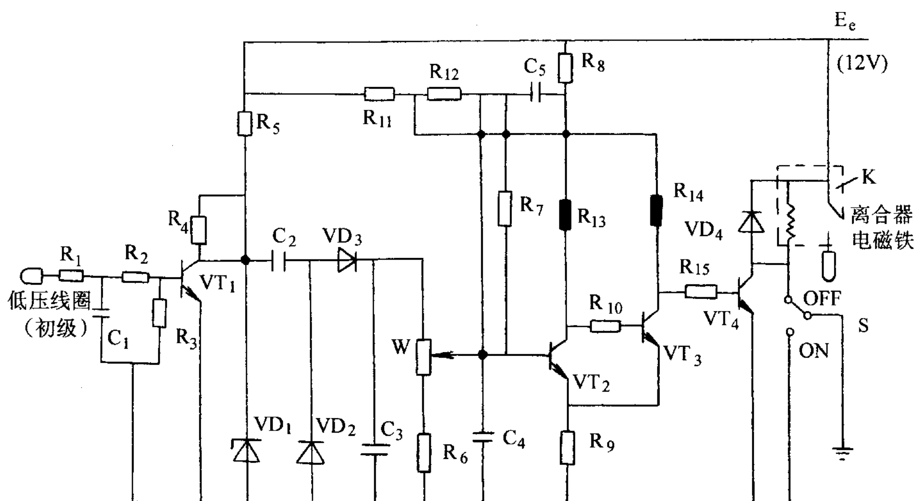


图 7-13　怠速继电器电路

开关 S 为工作方式选择，分手动和自动。接到 OFF 位置，则继电器直接通电源，处于接合状态，只要空调器一接上电流，压缩机就处于运行状态。它不再受怠速控制器制约。在怠速时，只有用手动闭合电源开关来停止压缩机运行。当然怠速继电器还可以采用其他晶体管开关线路来组成各种各样的电路，在此不多述。

2.1.2　怠速转速提高器

怠速继电器的功能是在汽车怠速行驶时，自动切断压缩机离合器电源，使制冷压缩机停止运行。这时车内空调将不供冷，车内温度将上升，破坏了汽车空调系统的舒适性要求。特

别是在夏天，怠速继电器是绝对满足不了人们的需求的。相反怠速转速提高器是一种自动装置，它能在汽车低速行驶和停车怠速运转时，当发动机仍然在驱动压缩机的情况下，自动提高发动机转速，增加一定的功率来保证压缩机继续工作，而汽车仍然维持在无功率的输出状态。若这时空调压缩机不运行（当空调总控制电路断开），发动机仍能按原来调定的转速下进入怠速工况，而不必重新调定怠速节气门开关。

真空转换阀（VSV）是最常用的怠速转速提高器。其作用原理如图7-14所示。如果发动机怠速时，不需要空调系统工作，如图7-14a所示，真空转换阀的电源被切断，电磁线圈的磁场消失，弹簧将VSV阀芯顶下，关闭真空驱动器的通大气的通路，此时真空罐中负压将作用在真空驱动器上，通过杠杆使化油器的节气门不受障碍而能回到怠速位置。当空调器的开关接通时，转换阀的线路有电流通过，阀芯受到磁场作用而上升，关闭真空罐和真空驱动器的真空管路，真空驱动器便接通大气压通路，在大气压力下，真空驱动器的弹簧使杠杆上升，杠杆又将节气门移到比怠速位置稍大的位置上，这样发动机转速提高，增大功率输出以供空调系统的压缩机和风扇驱动所需。

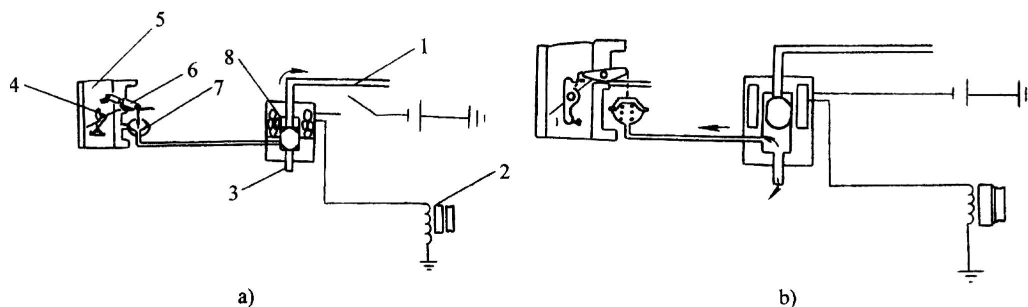


图7-14 VSV工作原理

a）空调不工作 b）空调工作

1—真空管 2—电磁离合器 3—大气接口 4—节气门

5—进气道 6—杠杆 7—真空驱动器 8—电磁真空阀

VSV阀的真空源也可以直接从节气门下方引出，如图7-15所示。其工作原理和上面介绍的是一样的，在此不赘述。

2.2 汽车加速断开器

汽车加速时（从低速到高速）或者汽车超车加速，需要尽量大的发动机功率来供汽车加速所需，此时便应该切断通向压缩机离合器的电路，停止压缩机运行。汽车加速断开器便能行使该功能。在大多数汽车中，汽车加速断开器的开关是由加速踏板通过连杆或钢索来操纵的，当加速踏板踩到底，即节气门开到最大时，踏板将空调开关断开，压缩机停止运行，这样便卸除了压缩机的动力负荷，使发动机的全部输出功率用来克服汽车加速时的阻力，保证汽车有足够的动力输出。

还有一种汽车加速断开器，是用发动机的进气管真空度控制的。当发动机的真空度在较低的某一范围时，汽车处在匀速或有稍许加速行驶，则开关闭合，压缩机和空调系统正常运行。在迅速加速时，发动机进气歧管的真空度将迅速增大，真空断开器内的膜片便断开触

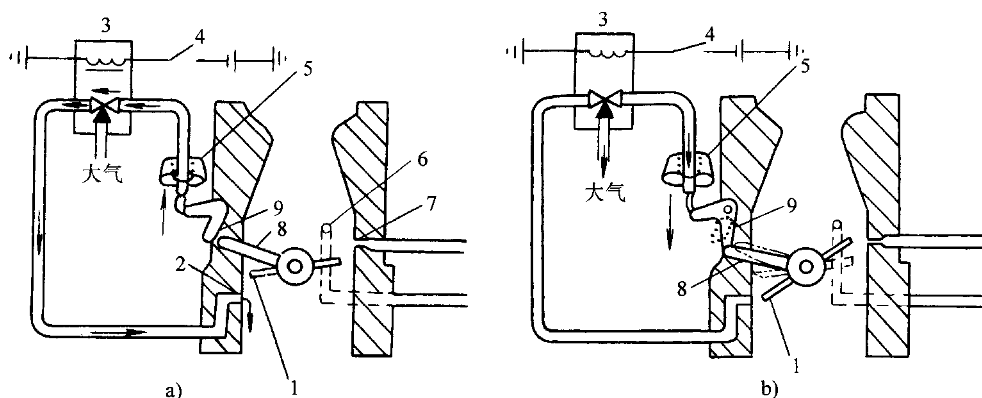


图 7-15　直接引自节气门真空的 VSV 阀

a）空调系统（制冷）不工作　b）空调系统（制冷）工作

1—节气门　2—真空引口　3—VSV 阀　4—NC 开关　5—真空驱动器

6—怠速喷油嘴　7—主喷油嘴　8—连杆　9—杠杆

点，切断压缩机离合器电路中的电流，使压缩机停止运行。当加速变缓时，真空度下降，弹簧推动膜片将触点闭合，这样离合器接通，空调制冷系统又进入正常工作状态。这种结构设计，允许离合器的切断次数比加速踏板开关频繁。很明显，这种真空切断器还可以在怠速时切断离合器电路，使压缩机不运行。因此它可以广泛地应用在任何一种发动机的空调系统上，用来改善汽车的加速性和燃油经济性。

第 8 章　汽车空调系统电路分析

面对各类汽车空调电路，可能有许多读者无所适从，不知从何着手。其实无论多么复杂的汽车空调电路不外乎温度、速度、压力的控制，以及除霜、加热、配气通风等电路组成，而它们之间的差异最根本的是表现在控制方式不同，即手动（这相对而言最简单）、半自动、全自动，直至电脑控制。考虑到各类汽车空调的应用情况，以及读者的急需，本章将把最重要，也最常用的简单汽车空调电路分析知识介绍给读者。

1　汽车空调电路分析方法概述

1.1　汽车电路图

汽车电路图是将汽车电器和电子设备用图形符号和代表导线的线条按照各自的工作特性及相互间的内在联系连接在一起的关系图。常见的有电路原理图、线路图、线束图及接线图，根据这些电路图可以方便地连接安装线路，也便于分析、查找电路故障。

电路原理图可简明清晰地反映电气系统各部件的连接关系和电路原理，可以是子系统的电路原理图（多为详图），也可以是整车电路原理图（多为简图）。

线路图是传统的汽车电路表达方法，也称布线图，它能较完整地反映汽车电器和电子设备的相对位置，图上给出电线的规格、尺寸、颜色、线段两端的接头形式、插接器的位置及电路的某些规定特征等，从图中可看出导线的走向、分支、接点等情况。

线束图是用来表示线束的组成和导线的分布情况的，用于制造线束和较方便地连接电路设备。

接线图是一种专门用来标记接线与连接器的实际位置、色码、线型等信息的指示图，用于检修时查寻线束走向、线路故障及线路复原时使用，并不论及所连电器的工作原理及型号，其连接线的方式类似于线束图，不便于进行电路分析。接线图可以是整车电路接线图，也可以是系统的接线图。

除此之外，制造厂家为方便用户在使用、维修过程中进行检查测试，还往往给出有关电器的安装位置图，如图 8-1 为桑塔纳 2000GSi 时代超人轿车发动机微机控制系统部分传感器和执行器安装位置图。

1.2　汽车电路的分解

汽车全车电路一般可包括以下几部分：

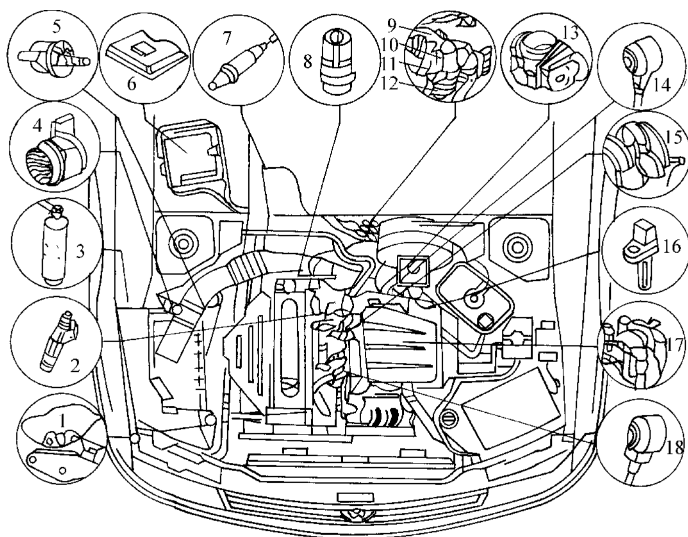


图 8-1　桑塔纳 2000GSi 时代超人轿车发动机部分传感器和执行器安装位置图

1—霍尔传感器　2—喷油器　3—活性炭罐　4—空气流量计　5—炭罐电磁阀　6—发动机电控单元　7—氧传感器　8—冷却液温度传感器　9—转速传感器插头（灰色）　10—Ⅰ号爆燃传感器插头（白色）　11—氧传感器插头（黑色）　12—Ⅱ号爆燃传感器插头（蓝色）　13—节气门控制部件　14—Ⅱ号爆燃传感器　15—转速传感器　16—进气温度传感器　17—点火线圈　18—Ⅰ号爆燃传感器

1）电源电路：也称充电电路，由蓄电池、发电机、调节器及工作情况指示装置等组成的电路。

2）起动电路：由起动机、起动继电器、起动开关及起动保护装置等组成的电路。

3）点火电路：装备汽油发动机汽车特有的电路，由点火线圈、分电器、点火控制器、火花塞及点火开关等组成的电路。对于微机控制的直接点火系统可归入发动机微机控制系统中。

4）仪表电路：由指示仪表、传感器、各种报警指示灯及控制器等组成的电路。

5）辅助装置电路：一般由刮水器/洗涤装置、除霜/防雾装置、音响装置、空调装置、电动门窗、自动座椅等组成的电路。

6）照明与灯光信号装置电路：由前照灯、雾灯、示廓灯、转向灯、制动灯、倒车灯等及其控制继电器和开关组成的电路。

随着电子控制装置的不断应用，一些新型系统，如电控燃油喷射系统、电控自动变速器、电控防抱死制动系统、巡航控制系统等也成为汽车电气系统的组成部分。

1.3　汽车电路的基本特点

1）双电源、低直流电压。汽车上均有蓄电池与发电机两个电源，蓄电池主要用于向起动机供电，发电机主要用于在发动机正常工作时向蓄电池充电和向用电设备供电。汽车电源电压一般为 12V 和 24V 直流电压。现在随着电子技术的不断应用，有些汽车电控单元使用 +5V 电源。

2）并联连接。汽车上的电源之间、所有用电设备及控制系统均为并联连接，相互之间

独立使用，不会互相影响，但也有一些电器设备串联使用，如转向灯线路、各种指示灯线路等。

3）单线制。在汽车上将蓄电池的一端（一般为负极端）与汽车的金属部分相连，俗称“接地”，形成一根公共导线，这样可以简化线路，节约导线，但是对于一些灵敏度或精度要求较高的电器设备，也需要双线连接，如调节器与发电机、电控系统传感器与 ECU 等。

4）布局基本相同。大多数汽车的各种电气设备均按用途布置在相同的位置，这样就形成了汽车电气线路的走向和布局的共性。

1.4 汽车电路图的识读原则和方法

要看懂汽车电路图，首先要具备一定的电工和电子学基本知识，熟悉汽车电器与电子设备结构原理，了解我国规定的以及进口车型采用的汽车电路图所用图形符号（包括导线、端子和导线的连线、触点与开关、电器元件、仪表、传感器、电器设备和一些限定符号）的意义和汽车电器线路的结构特点。

在对复杂电路图进行分析的时候，首先应该看全图，在对汽车整车电路大体了解后，再根据工作特性对电路按系统进行分解，应用掌握的知识对分解系统进行分析研究，这样可以将电路图简化，减少识图难度。按照整体到部分，部分到整体的顺序，就可以对一个复杂电路图结构进行充分的认识。现在大多数汽车的电路图都是按照各个电路系统进行绘制的，阅读起来相对容易一些。

在对线路图和接线图进行分解和研究的时候，要充分利用“回路原则”。一般来说，各个电气系统只有电源和总开关是共用的，任何一个电路系统都是一个完整的电气系统，包括电源、开关、熔断器、连接器、电器设备、导线、接地等。具体方法是可以沿着工作电流的流动方向，由电源查向用电设备，即从电源正极出发，又回到同一电源的负极；也可以逆着工作电流由用电设备查向电源。如果分析正确，就会形成一条封闭的回路，否则说明分析可能不正确。尤其应注意一些开关和继电器的特点和工作状态，一条比较简单的回路，经过一个或多个开关或继电器控制后会变得比较复杂，要善于从多个并联回路中分解出独立完整的回路来。

识别电路图可以从节点入手，有些节点是许多电气设备或电路分支的共用部分，如点火开关、熔丝、电流表等，掌握了这些组成在电路中的作用，就可以将许多相关电路有机地联系起来，而有一些节点可能是电路的连接与转换部分，如继电器触点就可以作为相应电路的电源端。

所有的汽车电路图均是由线条、图形符号和文字来表示的，它们遵守一定的规则和约定，但各种车型由于产地和厂家的不同，而在图中采用了一些特定记号，学习和掌握汽车线路的基本标注方法，有助于正确判别接点标记、线型（规格截面）、色码标志等代码信息。

汽车导线的标记形式在各国都基本相同，含义大体包括电路图位置、截面积、主色、辅色等，截面积均是以 mm^2 为单位。汽车电路所用导线以颜色来区分，国际标准化组织（ISO）以英文规定，美国、日本及我国也采用英文字母，有些国家使用自己的母语字母。表 8-1 为各国汽车导线颜色缩写。例如在国产车中，标记为 1.5RW 的导线，含义为导线截面积为 $1.5mm^2$，电线护套的主色为红色，电线护套的辅色为白色，是电源电路导线。有些

高档汽车在导线接头中套有色管，在标记中也有表示。在有些汽车的电路图中，还可能用到两位以上的字母，这些也基本都是从颜色的英文单词简化来的，具体可参阅厂家相应的说明。

表 8-1　各国汽车导线颜色缩写编码

颜　色	英　文	美　国	日　本	欧　洲	中　国
黑色	Black	Bk	B	Sw	B
白色	White	Wt	W	Ws	W
红色	Red	Rd	R	Rt	R
绿色	Green	Gn	G	Gn	G
黄色	Yellow	Yl	Y	Ge	Y
棕色	Brown	Bn	Br	Br	Br
蓝色	Blue	Bu	L	Bl	Bl
灰色	Gray	Gy	Gy	Gr	Gr
紫色	Violet（Purple）	VI（PI）	Pu	Vi	V
橙色	Orange	Og	Or	Og	O

现代汽车的电路图越来越复杂，很难全部画在一张图上，为了便于查找，有些电路图分成许多区域，沿横向分为 1、2、3……区，沿纵向分为 A、B、C……区，这样，就可以根据标记方便地找到相应的分区电路图。

在电路图中，大量使用一些文字和符号，文字通常是使用缩略语的形式表示的，不同厂家的缩略语并不完全相同，学习一些缩略语会有助于电路图的阅读。各厂家的电路图符号也各有特点，但也有其相似之处，大都是采用一些形象的通用电路符号表示的。

2　汽车空调电路的分析

读者对汽车空调的控制电路在保养维修使用时，可按下面的程序进行分析，以便检查和维修。

2.1　轿车空调电路分析方法

作为装空调的汽车，其空调系统有如下配置：压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器、鼓风电动机等主要部件。而汽车空调电路的任务便是对上述配置的工况进行调节和控制，这其实便是汽车空调电路的基本特点。

图 8-2 所示即为一种普通轿车的空调装置电气线路图。它的电路分析一般按如下程序进行。

2.1.1　电源的控制

这部分包括了蓄电池、点火开关、熔丝、继电器，以及鼓风电动机开关、鼓风电动机、电磁离合器等。当点火开关接通，只需鼓风电动机开关闭合（在 Hi、ME、Lo 三档中之任一档时）空调电路便开始正常工作。此时，电磁离合器吸合→压缩机运转→制冷系统进行循环，开始制冷。由于鼓风电动机的运转，被蒸发器制冷的空气亦被送入车厢内。

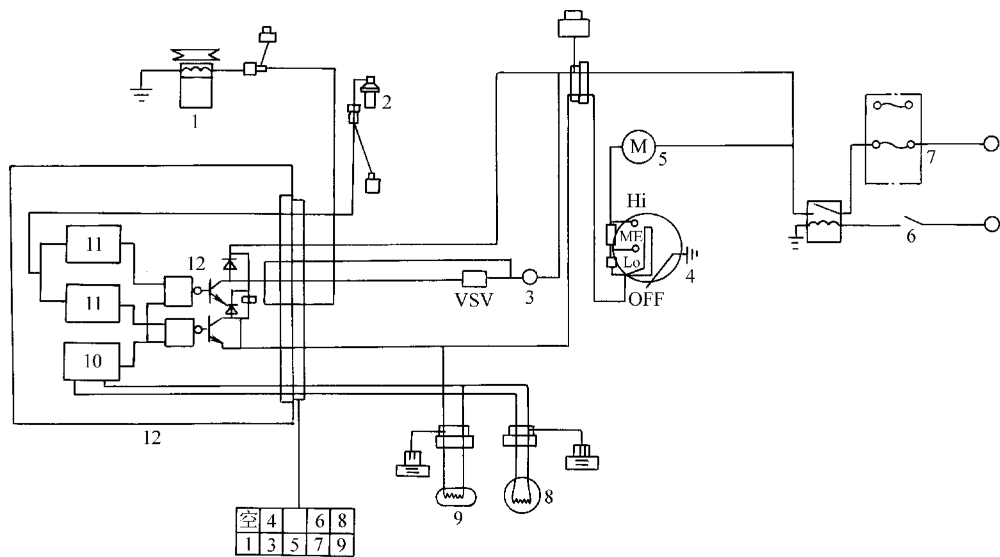


图 8-2 轿车空调电路

1—压缩机—电磁离合器 2—点火线圈 3—压力开关 4—鼓风电动机开关［高（Hi）、中（ME）、低（Lo）、关（OFF）］ 5—鼓风电动机 6—点火开关 7—熔断器 8—温度调节旋钮 9—热敏电阻 10—温度检测电路 11—发动机转速检测电路 12—放大器

2.1.2 压缩机电磁离合器的控制

由于轿车的压缩机是由发动机直接驱动的，所以当电磁离合器吸合后压缩机才会随之运转做动力输出，而电磁离合器的吸合，必须是它的线圈通电，产生电磁吸力，使动力压板吸合在带轮上，再通过带轮来带动压缩机运转。

作为控制电路而言，一般只要点火开关在接通位置，鼓风电动机开关合上，此时鼓风电动机电路便被接通的同时，供给一放大电路电流，通过该电路将电磁离合器线圈接通而产生吸合。

至于电磁离合器是否通电，这又是由温度检测电路控制的。因为该电路的传感器——热敏电阻，阻值是随蒸发器的送风温度高低而变化的，当温度上升，电阻下降；温度下降，电阻上升。电阻值的变化被电路转变为电信号，传至怠速稳定放大器

当从点火线圈和热敏电阻来的两组信号同时满足某一个设定条件时，放大器才会向离合器的继电器线圈供电，继电器实际上是一种电磁开关。如图 8-3 所示，当在蒸发器表面有霜或冰冻时，热敏电阻值即发生变化；当阻值变化到一定值时，VT1 导通，VT2 截止，继电器线圈 5 不通电，继电器 3 的触点 4 分离，电磁离合器亦分离。

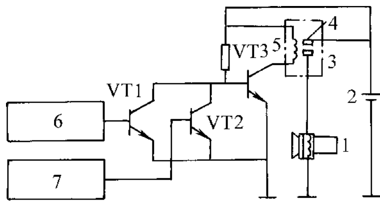


图 8-3 放大电路原理图

1—压缩机电磁离合器 2—蓄电池 3—继电器 4—触点 5—继电器线圈 6—发动机转速检测电路 7—怠速稳定放大器

应该说明的是电磁离合器的吸合、分离，不仅受热敏电阻的电信号控制（温度控制），还受速度控制，即当发动机处在怠速运转状况时，如果转速低于设定的怠

速转速，发动机转速检测电路可自动通过离合器断开空调装置。从图8-3可看出，当发动机转速低于规定的怠速值时，发动机转速检测电路6送来的电信号将使VT1导通，VT2截止，这使得继电器3之线圈5不通电，因而触点4亦分离，这使得离合器亦分离，压缩机停止运行。不然的话，在低于发动机规定的怠速下接通空调，会使发动机负荷过大，造成发动机熄火或过热。

反之，当发动机怠速转速上升到规定值时，VT1截止，VT2导通，继电器线圈5中的电流流通，触点4闭合，电磁离合器吸合，制冷系统又开始运行。

轿车上装配的怠速自动调整装置，主要组件为真空电磁阀，怠速自动调整原理如图8-4所示。真空电磁阀由电磁线圈、活动铁心、压缩线圈几部分组成，当空调停开时，空调开关已断开，此时，真空电磁阀不通电，阀呈开启状态，进气歧管的真空度使膜片缸下腔呈负压态，克服了膜片部弹簧压力，而使膜片下移，这样来操纵臂和摇臂脱开，节气门保持怠速原来的开度，所以怠速转速不会升高。但当空调运行时（8-4c图示），空调开关接通，电磁线圈通电，真空转换阀将真空通路，此时与大气相连的通路开启，膜片在弹簧的作用下，向上移动，此时操纵臂压下摇臂，从而使节气门开度增大，这样怠速的转速相应上升，以便满足发动机驱动空调装置输出的需要。

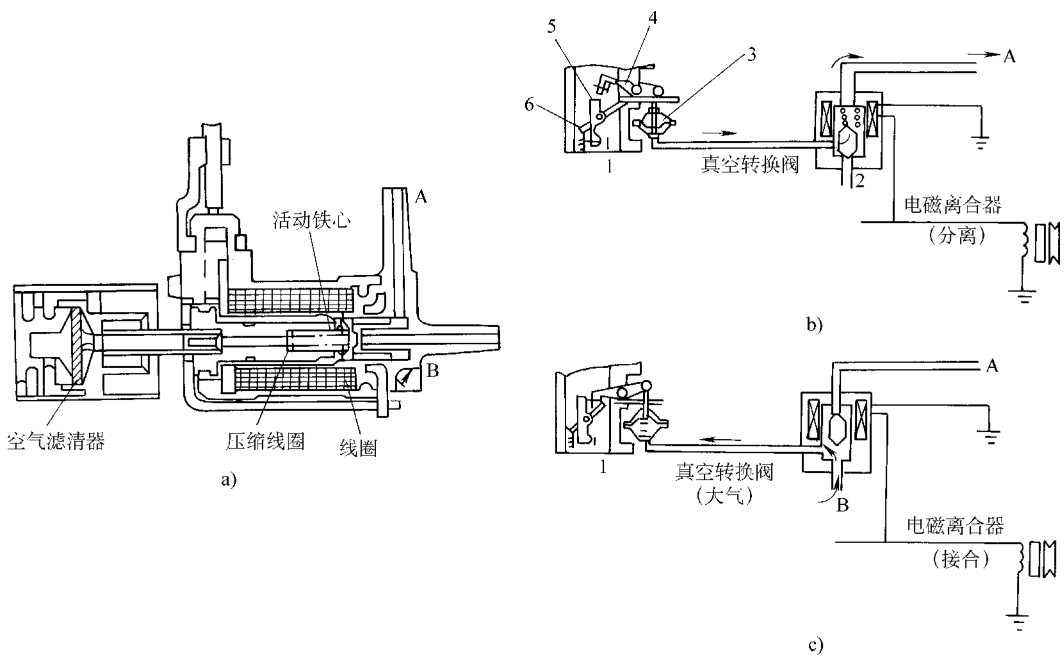


图8-4 真空电磁阀（VSV）

a）结构 b）空调不运行 c）空调运行

A—通向真空源 B—通大气

1—化油器 2—真空电磁阀 3—膜片缸 4—操纵臂 5—摇臂 6—节气门

2.1.3 空调安全保护控制电路——压力开关电路

这是制冷系统正常安全运行的必备电路。因为当制冷系统由于某种原因而导致压力升高时，如果没有保护装置，将会引起制冷系统的运行事故。在这时，采用压力开关将系统断

开，使压缩机停止运行，从而保护了压缩机和制冷系统。

在压力开关中，一般采用将此高压导入开关内让开关的触点在机械力的作用下强行分离，从而切断了开关回路，电磁离合器分离，使压缩机停止运行。

从上面所述可以看出，整个电路系统中，汽车空调电气系统的基本元件和电路主要是围绕着压缩机电磁离合器的开停线路为控制的中心，懂得这一点，便可以说已入门了。

当然上述电路是最基本亦是最简单的轿车电路，应该说懂点这些只能说入门，事实上汽车空调发展到今天，它的电路已远远不止上述的内容了。比如说现在的高级轿车、大客车中已广泛应用的自动控制电路、微电脑控制电路等，但这些作为初次搞维修的读者，要完全掌握这些内容还需再走一段路程了。

需要补充说明的是图 8-2 所示基本电路，不只对温度、速度、压力进行控制，而且还可对温度进行调节。此时，只需采用温度调节旋钮调节一可变电阻，来使热敏电阻阻值变化，从而就可通过温度检测电路对温度进行调节。

2.2 轻型客车空调电路分析

前面已对汽车空调的电路分析方法进行了详细介绍，这里只对轻型车空调电路的通断及控制状态进行介绍。

如图 8-5 所示的是轻型客车空调制冷系统调控原理。该电路的特点是在电路中增设了一只专用的空调发电机 5，它的主要作用是带动冷凝器的电动机 14 运转。空调发电机配置了一只电磁振动式调节器 4，主发电机 2 为里边装有 IC 调节器的整体式交流发电机，且主发电机与空调发电机的调节电压均为 14V。需要说明的是空调发电机无检测主发电机工作状态的电路，所以在排除空调冷凝器电动机故障时，应考虑到主发电机输出电流的大小对制冷系统的影响。

轻型客车空调电路的分析工作按如下方式进行。

1）当点火开关 1 开启：发动机处在运转状态，此时冷凝器电动机 14 的空调发电机 5 的励磁继电器 3 内 J4 的主触点及冷气控制板 16 上的 OFF 键均处在断开位置，电路处于开路状态，制冷系统还没开始工作。

2）当冷气开关旋到 Lo（低）档时，制冷系统控制回路按如下方式动作：电流由蓄电池正极到点火开关 1→OFF→触点 A 后按三条线路流向。

① 至压力开关 11→空调放大器主触点处在通电位。

② 至空调放大器 7 工作电源接线柱→接地。

③ 至中间继电器电路 K1 电磁线圈→接地。

制冷系主回路工作过程按如下方式进行：

蓄电池正极→熔断器→继电器 K1 的主触点→蒸发器电动机 13→继电器 K2 的常闭触点→调速电阻 12→接地。这样空调放大器便开始处于工作状态，它的触点亦接通。

此时输出电流→工作指示灯亮→至电磁离合器线圈 8→离合器吸合→压缩机运行至励磁继电器 3 之 K4 线圈→接地，K4 触点接通后，空调发电机运行，它的输出电流有接线柱 B→熔断器→冷凝器电动机 14→接地，此时蒸发器电动机 13 处于低速运转状态，制冷系开始正常工作。

3）开关旋至中档（Med）位置时，制冷系统控制回路按如下方式运行：

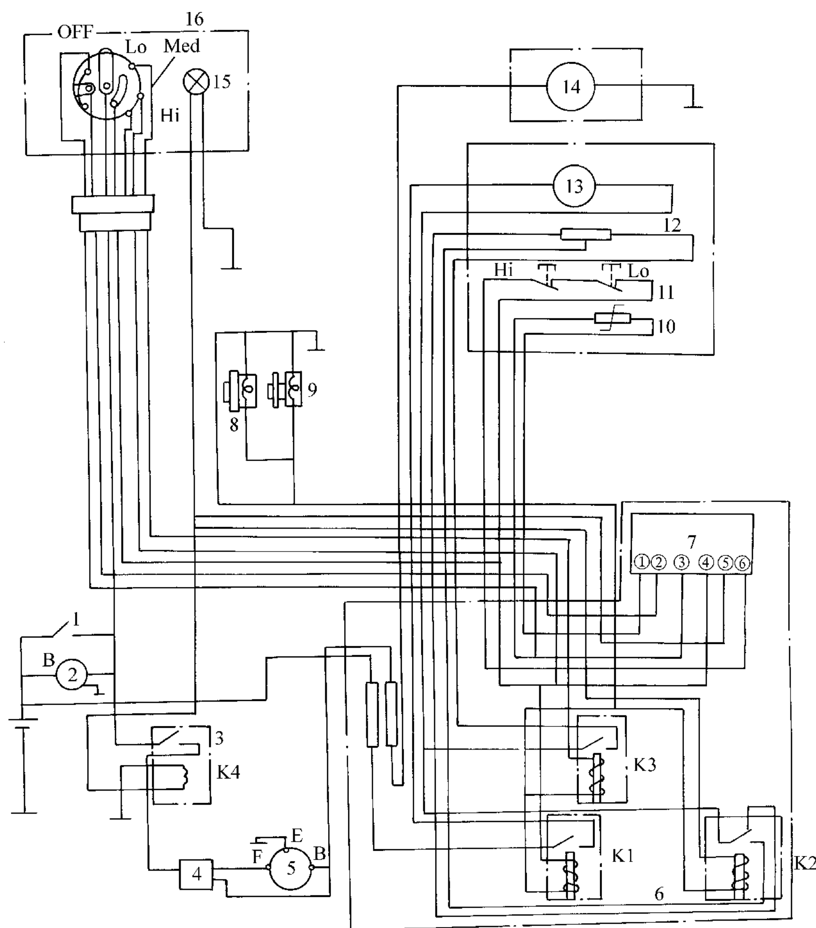


图 8-5　轻型客车空调电路原理图

1—点火开关　2—主发电机　3—励磁继电器　4—调节器　5—空调发电机　6—空调控制元件盒
7—空调放大器　8—电磁离合器　9—怠速阀　10—热敏电阻　11—压力开关　12—调速电阻
13—蒸发器电动机　14—冷凝器电动机　15—工作指示灯　16—冷气控制板

电流从蓄电池正极→点火开关 1→Med 档、K2 线圈→接地。使 K2 主触点处于闭会状态。与此同时制冷系主回路按如下方式运行：电流有蓄电池正极→熔断器→K1 线圈→蒸发器电动机→J2→调速电阻②、③→接地，此时蒸发器电动机处于中速运转状态。

旋钮旋至高档位（Hi）时，制冷系统控制回路按如下方式运行：

蓄电池正极→熔断器→K1 触点→蒸发器电动机→K3 触点→接地。此时蒸发器电动机这时高速运转。

有上述可见：轻型客车主控制线路自有其特点，这点读者应特别加以注意。

3　汽车空调电路中的典型控制回路分析

一般电器电路都是由它的各种控制功能的需要而配置各种控制回路，所以说电器电路是

由各种控制回路关联组合而成的，汽车空调电路亦是如此：下面便向读者将汽车空调电路中最基本亦是最典型的控制回路予以一一介绍。

3.1 速度控制电路分析

作为汽车空调的速度控制，主要有以下功能，即对发动机处于怠速和高速时的控制，以防止发动机负荷过大，和车厢内供冷量过剩。如图 8-6 所示，车速控制器上共有四个接头，通过导线分别与蒸发器、压缩机的电磁离合器、点火线圈负板，以及接地负极相连。

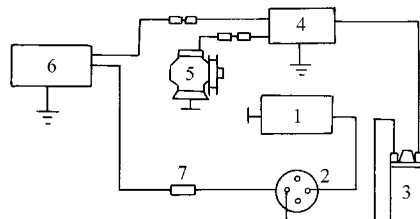


图 8-6 车速控制器安装图

1—蓄电池 2—点火开关 3—点火线圈 4—车速控制器 5—压缩机—电磁离合器 6—蒸发器 7—电阻器

图 8-7 所示为汽车空调速度自控继电器电气原理图。

图 8-7 中四个接头分别这样连接：①连接从蒸发器出来的电源正极线，②与压缩机电磁离合器相连，③与接地——电源负极线连接，④接点火线圈负极接线柱。

系统运行时，电源电压先通过点火线圈低压绕组和 R1、R2 向 VT1 提供一个正向偏压，又通过分电器触点的通断接地，使 VT1 基极产生一个脉冲电流，这样 VT1 的集电极使得到了一个经放大了的交流信号，该信号通过二极管 VD1、VD2 和电容器 C3 滤波整流后，便在可调电阻 RP 上产生一个上正下负的直流电压，而这个电压将随发动机的转速的变化而发生相应变化。VT2 和 VT3 组成一触发器，它触发的信号是经 R7 在 RP 上所取得。当调节 RP 使发动机转速低于某一值时（如低于 500r/min）VT2 截止，VT3 导通，这样使 VT4 截止，继电器 K 中便无电流通过，K0 断开，②接线端将无电压输出，压缩机离合器分离，这样压缩机便停止运转。反之，当这一电压超过触发器的翻转电压时，VT2 导通，VT3 截止，VT4 导通，这样继电器 K 中因有电流通过而吸合，K0 接通，这样电源电压通过 K0 和②接线至电磁离合器，离合器吸合，压缩机便开始工作。

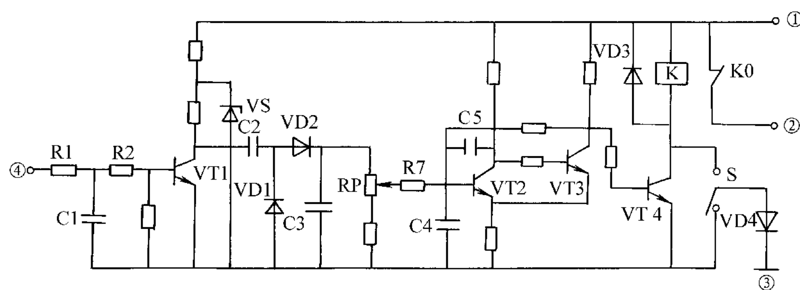


图 8-7 速度自控继电器电气原理图

由此可以看出，该速度自控继电器的功能就是为了实现压缩机运转由发动机转速变化的自动控制。这样便可避免发动机处怠速工况时，功率不足而产生熄火的故障。图中 S 为工作方式选择开关，分为自动和手动两档，图示位置为自动工作态。当 S 至手动位置时，由于继电器 K 通过二极管直接与接地连接，这样当空调系统一通电，K 就吸合，压缩机便开始运行。它的工作不再受发动机转速的控制。由于继电器的回差现象，压缩机开、停的发动机转

速不同，这时只需将 W 电阻调定，问题也就解决了。

图 8-8 所示为用于汽车空调中的怠速控制电子继电器的原理图。该电路有晶体管放大电路和继电器组成的开关电路。它的线路原理如下：

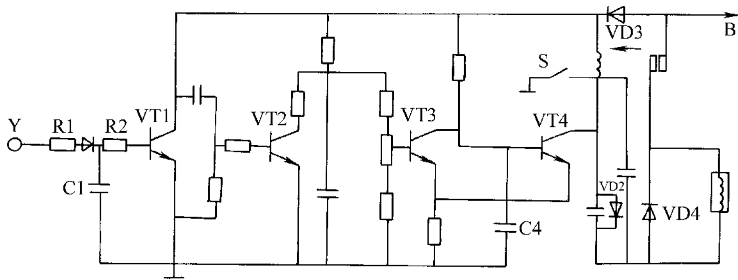


图 8-8　怠速控制电子继电器原理图

继电器的输入端 Y 与点火线圈负接线柱相连，当发动机运转时，加在 Y 端的脉冲直流的电压信号将随转速的增高而增强，当怠速增加到一定量值（比如 700r/min 可调），电压达到 10V 时，电压信号便通过 R1、P1 对 C1 充电，从而在 VT1 的基极与发射极之间输入一个较强的信号，该信号促使 VT1 导通。而它的导通使 VT2 截止，VT2 的截止的结果导致 VT3、VT4 导通。这样电源电压使经线圈 L 和 VT4 至接地，使触点闭合，电流进入离合器使其吸合。反之，当怠速低于一定转速时，加在 Y 端的电压低至 8V 时，VT4 截止，离合器便分离，使制冷系停止工作。

3.2　温度和压力控制电路分析

汽车空调温度的控制可以采用温控开关的形式进行控制。温控器中的温控开关的工作过程如图 8-9 所示。波纹管 2 和注满制冷剂或 CO_2 的毛细管 1 相连，毛细管感温元件设置在蒸发器冷气通过的位置，或置于蒸发器的尾管部分，当蒸发器的温度变化，毛细管中的制冷剂或 CO_2 的温度亦随之发生变化，温度变化相应压力亦发生变化，随着压力的升高，推动波纹管处的膜片运动，从而推动机械杠杆，使触点 7 闭合，使电磁离合器 9 线圈通电吸合，压缩机运行，制冷系开始工作。当车厢内温度降至设定温度以下时，膜片收缩做反向运动，弹簧帮助其复位，带动杠杆绕支点逆时针旋转，触点 7 分离，电磁离合器 9 线圈断电分离。此时，压缩机停止运行，制冷系统亦停止工作。图示的轴 3、凸轮 4、调节弹簧 5、温度调节螺钉 6 均是温控器之调节元件，该装置是属于机械式的。

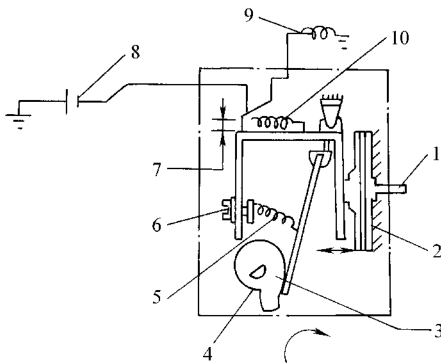


图 8-9　温控开关

1—毛细管　2—波纹管　3—轴
4—凸轮　5—调节弹簧　6—温度调节螺钉
7—触点　8—蓄电池　9、10—电磁离合器

但是温度控制还可以采用电子式的方式来加以控制。图 8-10 所示便是一种典型的汽车空调的温度和压力控制电路。

它的温控回路以如下方式运行：

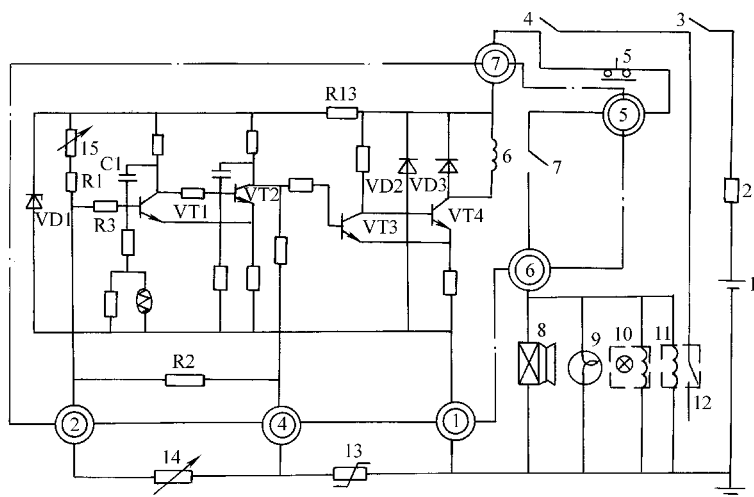


图 8-10 温度与压力控制电路图

1—蓄电池 2—熔丝 3—点火开关 4—空调开关 5—高压压力开关 6—电磁线圈 7—触点
8—电磁离合器 9—空调工况指示灯 10—真空开关阀 11—冷凝器风扇继电器
12—通往调节器（冷凝器风扇空调发电机） 13—热敏电阻 14、15—可变电阻

当空调开关开通后，蓄电池 1 的电压便经空调开关 4→R13→R1→R3 加至 VT1 的基极上，这样 VT1 导通后，VT2、VT3、VT4 亦导通，电流便有蓄电池 1→空调开关 4→电磁线圈 6→VT4→接地，使触点 7 吸合，电磁离合器线圈通电而吸合，压缩机运转。

当车厢内的制冷温度低于设定值时，热敏电阻值升高，这使 VT1 的基极电位降低，结果 VT1、VT2、VT3、VT4 均被截止，电磁线圈 6 中无电流，触点 7 分开，电磁离合器 8 触点分开，压缩机停止运行。

需要说明的是热敏电阻 13 设置在蒸发器排出口侧，作为感温元件，而可变电阻 14 是作温度控制用的，阻值变化，控制室内设定温度亦变化。

图 8-10 所示的压力控制回路按如下方式运行：⑤接点实际上并没有直接接在蓄电池正极的引出线路上，而是在⑦接点与⑤接点间串联了一只高压压力开关 5，其目的是对压缩机运行中出现的异常升压进行监控和保护的作用，即当这种异常出现的高压超过安全值时，开关触点 7 动作，便切断了电路中⑦接点至⑤接点的电源线路，这便使放大器接点⑥没电流输出，从而切断了电磁离合器线路，使压缩机停止运行。与此同时空调工况指示灯 9 熄灭，开始压力报警。

3.3 温度和速度控制电路分析

汽车空调的温度和速度控制的电路特点表现在只有发动机在某一转速以上时，压缩机电路才能接通，从而达到温度、速度控制的目的。由于是电子调节，所以调定的温度更准确。

如图 8-11 所示，温度和速度控制的复合电路按如下方式运行。

当鼓风机、冷气开关和调速电阻 A 开关接通后，温控电路便处于工作状态，使VT1↓→VT2↓→VT3↑，开关 S1 接通，指示灯 HL2 接通，速度控制电路进入准备工作状态，当发动机处于工作转速以上（四缸机为 800～1500r/min，六缸机为 530～1000r/min）时，速控

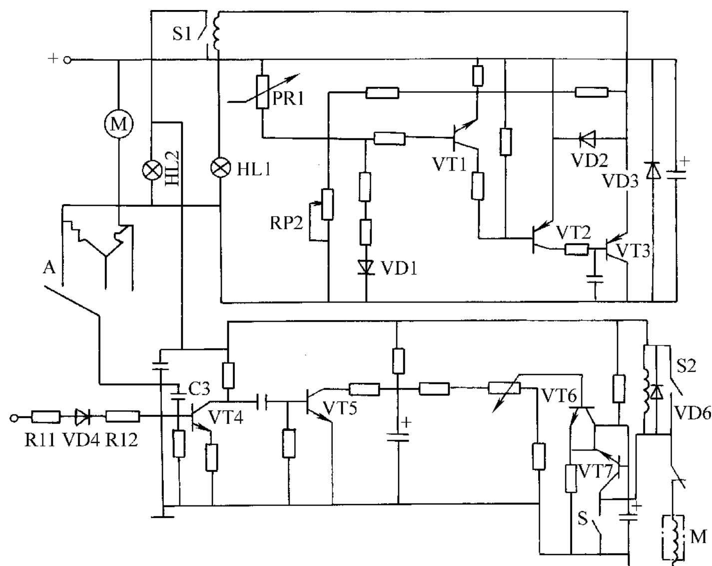


图 8-11　速控及电子恒温电路

电路开始运行。图中 PR1 是温调电位器，用来设定温度。RP2 为速度接触电位器，以设定进入工作态的转速，C3 为积分电位器，它的量值同样决定电路进入工作态的转速。其工作过程如下：

当 VT5↑→VT6↓→VT7↑，开关 S2 接通，压缩机离合器电器 M，整个空调制冷系统运行。

上述的电路，在怠速时，是采用自动加速装置。它是由真空管、真空电磁阀、真空箱、加速拉杆等组成。如图 8-12 所示，其电流方向为：

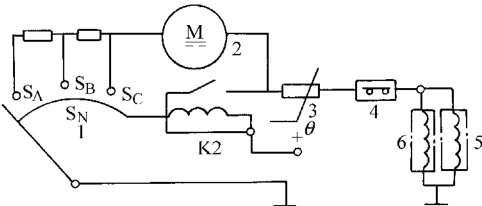


图 8-12　自动加速装置电路

1—鼓风开关和鼓风电阻　2—鼓风电动机
3—恒温开关　4—压力开关
5—压缩机电磁离合器　6—真空电磁阀

继电器 K2 动作→电流经恒温开关 3→压力开关 4→⎡压缩机电磁离合器 5⎤ ⎣真空电磁阀 6⎦→接地。这便是电路的整个过程。过程中，真空箱因真空的作用而将加速拉杆运动，加大节气门开度，使发动机正常工作，图中 1 为鼓风开关和鼓风电阻，2 为鼓风电动机。

3.4　自动温控电路分析

汽车空调的自动温控电路的特点是该系统能根据选定的温度范围，自动调节车厢内的温度。

如图 8-13 所示，自动温控电路运行原理如下：

该系统由车内温度传感器 C、室外温度传感器 D、电位器 B、温度选控器可变电阻 A、放大器 E、真空阀 DV_H，以及真空驱动器等组成。

当由传感器 C、D 获得的温度值转换为电压信号，输入放大器的同时，亦将车内温度选

图 8-13　自动温度控制电路

控器所选定的温度量值转换为电压信号输入放大器，放大器 E 随之对上述电压信号进行比较后，将此信号输入给真空阀 DV_H 或 DV_C。这样真空阀分别用真空动力驱动自控系统的真空驱动器转动，实现车内温度的自控。

温度自控系统工作过程如下：

1）当车内温度低于设定温度时：

自控时，两个传感器和电位器的总阻值 R1 增大，放大器输入的电压 V 亦上升。或采用手动，提高所选定的温度，使可变电阻 R2 阻值减小，使放大器的电压 V1 上升。这样在电路中

OP1 无输出电压 V1→VT1 截止→VT2 导通→DV_H 通→真空驱动器动作，车内温度上升。

OP2 有输出电压 V2→VT3 导通→VT4 截止→DV_C 截止。

2）当车内温度高于设定温度时：

无论自控或手动，工作过程与上述情况相反。

OP1 输出电压 V1→VT1 导通→VT2 截止→DV_H 截止。

OP2 无输出电压 V2→VT3 截止→VT4 导通→DV_C 导通→真空驱动器动作，车内温度下降。

3.5　汽车空调的加热除霜电路

当车厢内玻璃上有霜、雾时，除上述的采用加热器的热风吹向玻璃除霜、雾外，还可以采用电加热的方法除霜、雾。在冬季，前风窗玻璃可用暖风机除霜、雾，而后窗有时候暖风吹不到，这时便只有采用电热丝加热玻璃的方法除霜了。如图 8-14 所示，即为除霜的加热电路，运行方式如下：

加热器 1 有开关 S 通过断电器 2 控制，S 接通时，加热器 1 通电，警告灯 4 亮，以提醒停车后关闭，3 为点火开关。

图 8-14　除霜电路
1—加热器　2—断电器
3—点火开关　4—警告灯

3.6　汽车空调换气风扇电路

汽车空调的换气风扇，用来作车内换气，被广泛用于各种空调旅游车，它装置于车顶，可用来取代篷顶风窗，它除

了具备有降温功能外，还具有排除浊气，吸入新鲜气的换气功能，即它具有自动通风、吸风、排风、循环四种功能，用以保证车厢内的空气新鲜、温度适宜，满足乘客的舒适性要求。

如图 8-15 所示，即为换气风扇电路原理图。其运行原理如下：

1）自动通风。当控制板上的同轴旋转开关 2 置于开启位置时，直流电流通过限位开关 6 被送至气窗举升电动机 7，使气窗闸门仍处开启状态，这时车厢内外气流畅通。

2）吸风。开关 2 置于吸风位置，与自动闸门开启的同时，电流经继电器 5 的线圈，使触点 K1 闭合，使电动机带动风扇运行，新鲜空气被吸入。

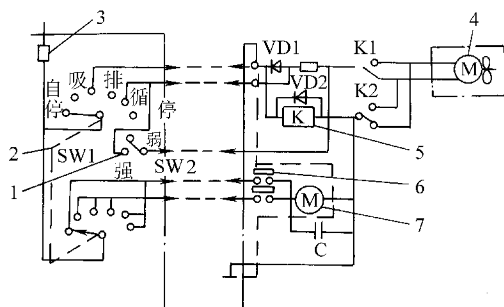


图 8-15　电动换气风扇电路
1—档位开关　2—同轴旋转开关　3—电阻
4—风扇电动机　5—继电器
6—限位开关　7—气窗举升电动机

3）排风。开关 2 置于排风位置，闸门开启的同时，继电器 5 触点 K1 分开，而常闭触点 K2 接通风扇电动机，此时车厢内污浊空气被排除。

4）循环。开关 2 置于循环位置，此时电流通过限位开关 6，连动板向下转动，使气窗闸门闭合。此时风扇作逆时针旋转，使车内空气强制循环。

另外，这种装置还设置有强弱两档。即当拨动开关 1 置于强档时电流不经过电阻 R，而直接通风扇电动机，这样风扇转速加快。反之，当置于弱档时，电流经过电阻 R 后，再接通风扇电动机，转速减慢，风量减小，变得柔和。

4　汽车空调系统电路分析举例

4.1　桑塔纳轿车空调系统电路分析

图 8-16 所示为上海桑塔纳轿车空调电路，它由电源电路、电磁离合器控制电路、鼓风机控制电路和冷凝器风扇电动机控制电路组成。

其工作过程如下：

1）点火开关 1 处于断开（置 OFF）位置时，减负荷继电器 2 的线圈电路切断，触点张开，空调系统不工作。

2）点火开关 1 处于起动（置 ST）位置时，减负荷继电器线圈电路切断，触点张开，中断空调系统的工作，以保证发动机起动时，蓄电池维持足够的电能。

3）点火开关处于接通（置 ON）位置时，减负荷继电器线圈电路接通，触点闭合，空调继电器中的线圈 J2 通电，接通鼓风机电路，此时可由鼓风机开关进行调速，使鼓风机按要求的转速运转，进行强制通风、换气或送出暖风。

4）当外界气温高于 10℃时，才允许使用空调。当需要制冷系统工作时，接通空调开关 A/C，空调开关 A/C 的指示灯亮，表示空调开关已经接通。此时电源经空调开关 A/C、环境温度开关可接通下列电路：

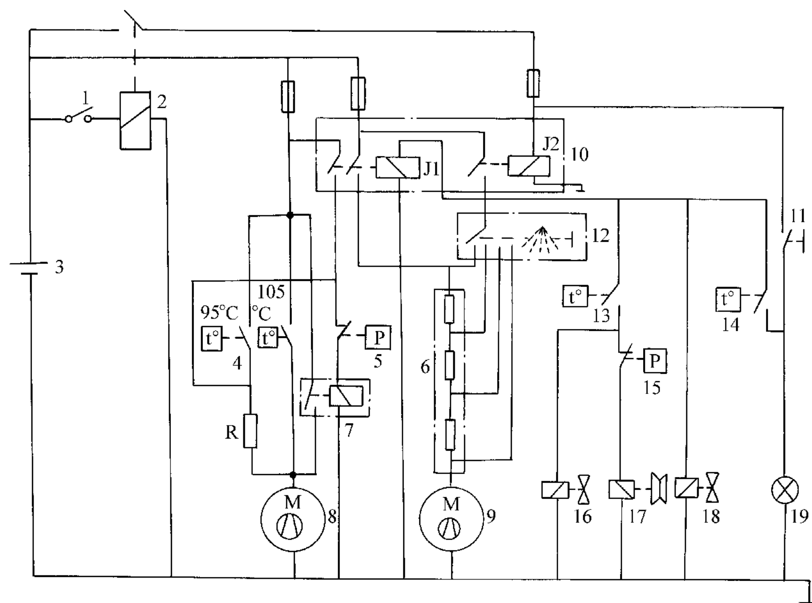


图 8-16 上海桑塔纳轿车空调控制电路

1—点火开关 2—减负荷继电器 3—蓄电池 4—冷却液温控开关 5—高压保护开关
6—鼓风机调速电阻 7—冷却风扇继电器 8—冷却风扇电动机 9—鼓风机 10—空调继电器
11—空调开关 A/C 12—鼓风机开关 13—蒸发器温控开关 14—环境温度开关 15—低压保护开关
16—怠速提升真空转换阀 17—电磁离合器 18—新鲜空气电磁阀 19—空调开关指示灯

① 新鲜空气翻板电磁阀电路接通，该阀动作接通新鲜空气翻板控制电磁阀的真空通路，使新鲜空气进口关闭，制冷系统进入车内空气内循环。

② 经蒸发器温控开关、低压保护开关对电磁离合器线圈供电，同时电源还经蒸发器温控开关接通怠速提升真空转换阀，提高发动机的转速，以满足空调动力源的需要。

③ 对空调继电器中的线圈 J1 供电，使两对触点同时闭合，其中一对触点接通冷凝器冷却风扇继电器线圈电路；另一对触点接通鼓风机电路。

低压保护开关串联在蒸发器温控开关和电磁离合器之间，当制冷系统因缺少制冷剂使制冷系统压力过低时，开关断开，压缩机停止工作。

高压保护开关串联在冷却风扇继电器和空调继电器 J1 的一对触点之间，当制冷系统高压值正常时，触点张开，将电阻 R 串接入冷却风扇电动机电路中，使风扇电动机低速运转。当制冷系统高压超过规定值时，高压保护开关触点闭合，接通冷却风扇继电器线圈电路，冷却风扇继电器的触点闭合，将电阻 R 短路，使风扇电动机高速运转，以增强冷凝器的冷却能力。同时，冷却风扇电动机还直接受发动机冷却液温控开关的控制，当不开空调开关 A/C 时，若发动机冷却液温度低于 95℃时，风扇电动机不转动，高于 95℃时，冷却风扇电动机低速转动。当冷却液温度达到 105℃时，则风扇电动机将高速转动。

空调继电器中的 J1 触点在空调开关 A/C 一接通时即可闭合，使鼓风机低速运转，以防止蒸发器因表面温度过低而结冰。

4.2　夏利轿车空调系统电路分析

夏利轿车空调电路主要由蓄电池、点火开关、空调开关、电磁离合器、空调放大器、散热器风扇电动机继电器、鼓风机及其开关、压力开关、热敏电阻等组成，其控制电路如图 8-17 所示。

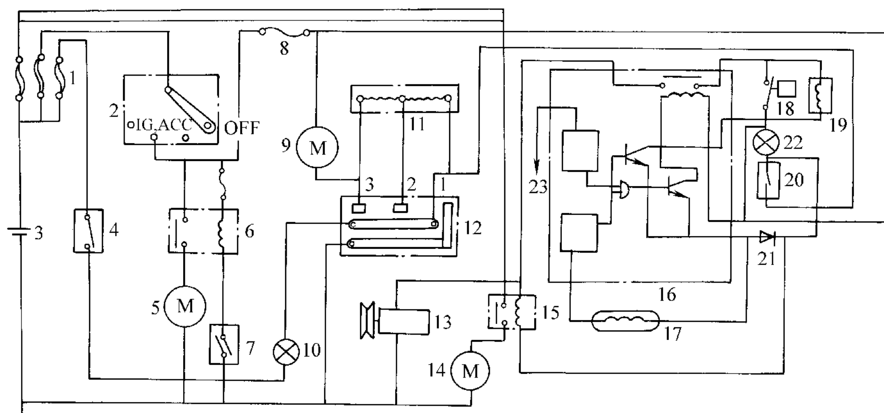


图 8-17　夏利轿车空调电路

1—熔断器　2—点火开关　3—蓄电池　4—小灯开关　5—散热器风扇电动机　6—散热器风扇电动机继电器　7—温控开关　8—熔丝　9—鼓风机电动机　10—指示灯　11—鼓风机变速电阻　12—鼓风机变速开关　13—电磁离合器　14—冷凝器风扇电动机　15—冷凝器风扇电动机继电器　16—空调放大器　17—热敏电阻　18—压力开关　19—电磁阀　20—空调开关　21—二极管　22—警告灯　23—接地

第三篇

汽车空调保养、维修



第 9 章　汽车空调维修必备的工具、材料和必须掌握的技能

1　维修必备的工具及专用设备

为了满足各类读者进行汽车空调维修的需要，下面开列了一张必备工具的清单。

1. 管、钳工应配备的工具

①钢锯；②扳手：方榫扳手、扭力扳手、六角扳手、梅花扳手、套筒扳手等；③各种规格的粗细锉刀以及一套整形锉；④刮刀；⑤钳子类：尖嘴钳、挟扁钳、封口钳、管子钳等；⑥旋具类：各种规格的一字头和十字头旋具；⑦锤子、木锤、橡胶锤；⑧钢冲、扩管冲；⑨扩管器；⑩弯管器、弹簧、弯管路；⑪切管器；⑫电钻，各种规格钻头；⑬顶拔器；⑭钳工剪、细管切断钳；⑮射钉枪及射钉。

2. 制冷、维修应配备的专用工具及设备

①压力表、真空表、复合式压力表；②温度计；③真空泵；④干燥箱；⑤制冷系统清洗设备；⑥各式充加制冷剂机；⑦卤素检漏灯；⑧电子检漏仪；⑨气焊设备：便携式气焊机；⑩氧气钢瓶；⑪制冷剂钢瓶；⑫磅秤；⑬磨片机、手工研磨用压块、厚玻璃板；⑭橡胶吸碗；⑮快装接头；⑯修理阀；⑰转芯式三通阀。

3. 维修时必备电工工具及仪表

①试电笔；②手电筒；③万用表；④钳形电流电压电阻表；⑤兆欧表；⑥电烙铁。

2　维修必备的材料

1）制冷剂：目前大部分汽车已采用 R—134a 制冷剂，较旧车型基本为 R—12 制冷剂。

2）氧气：气焊用。氮气：用于排除制冷系统空气。

3）冷冻润滑油：国产冷冻润滑油主要牌号有 18 号、25 号、30 号、40 号等，其性能见表 9-1。

冷冻润滑油牌号越高，粘度越低。一般汽车空调常用的冷冻润滑油牌号为 18 号和 25 号。对斜盘式压缩机，目前日本采用的主要冷冻润滑油牌号为 SUNISOSGS，有时亦采用 TOTAL LUNARIA25，TEXACO CAPELLA“E”grade500 冷冻润滑油；而往复活塞式压缩机和轴向活塞式压缩机则分别选用 SIL6，SUNISO4G 和 DENSOIL6，SUNISOSGS 专用冷冻润滑油。由此可见，汽车空调由于采用压缩机型号不同，所以务必按规定加注所需牌号冷冻润滑

油，切不要互换混用，更不能用发动机润滑油代替冷冻润滑油。

表 9-1　国产冷冻润滑油规格及性能

项目 \ 牌号	SYB1213-59 代号 HD-13	SY1220-65 代号 HD-18	SY1219-65 代号 HD-25	代号 HD-30	代号 HD-40	代号 HD-60
	13 号	18 号	25 号	30 号	40 号	60 号
运动粘度（50℃）/(mm^2/s)	11.5 ~ 14.5	≥18	≥25.4	≥30	≥40	≥60
闪点不低于（开口）/℃	160	160	170	180	190	165 ~ 170
凝固点不高于/℃	-40	-40	-40	-40	-40	-60
酸值不大于/(KOHmg/g)	0.14	0.03	0.02	0.1	0.1	0.05
灰分质量分数（%）	≥0.012	—	≥0.007	无	—	—
机械杂质质量分数（%）	无	无	≥0.007	无	无	—
水质量分数（%）	无	无	无	无	—	无
适用工质	NH_3（氨）	R—12	NH_3　R—12			

4）焊条及焊药：选用银基焊条和铜磷焊条。
5）粘合剂。
6）清洗剂：汽油、煤油、酒精等。
7）干燥剂：硅胶、分子筛（4A）。
8）金刚砂、氧化铬等研磨剂。
9）纱布、药棉。
10）橡胶、石棉垫。
11）盘绳。
12）耐氟漆包线、各种导线、橡胶导管。
13）电器备件。
14）压缩机备件、阀片、活塞环等。
15）各类接头、螺母、无缝钢管、镀锌薄板、角铁、纯铜管等。
16）小五金、漆类。

3　操作技能

3.1　钳工操作

1. 管的切割

修理汽车空调的制冷系统时，需对选用铜管进行切断或弯曲等加工作业。切断一般使用专用的切割刀，以保证切口整齐。操作时将切刀与管子垂直夹住，顶牢，旋转时转轮用力要均匀。与此同时，还要将切管器旋转，这样一边旋转一边转动转轮进给，直至切断。切记：切断后的管口一定要用铰刀将内孔毛刺去掉。至于毛细管的切断则比较简单，只需用剪刀来回转动划出裂痕，然后用手轻轻折断即可。

2. 管的弯曲

无论是铜管或钢管，它们的弯曲均可用弯管器。应记住，管子的弯曲半径应大于管径的5倍（$r>5d$）。当铜管小于8mm时，弯管可用弹簧弯管器，它可把铜管弯成任意形状。

不用弯管器亦可弯曲铜管，有时管组连接时，往往需要将退过火的铜管用手工方法弯曲成形。手工弯管时，应使用大拇指，按住铜管部分，采用尽可能大的半径进行弯曲，以免因半径过小而出现压扁、弯死、破裂，而使管件报废。

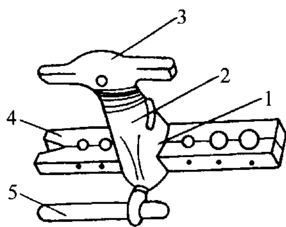


图9-1 扩管器
1—锥体 2—架 3—把手
4—夹板 5—制动钉

3. 铜管的喇叭口制作——扩口

这里需说明的是，铜管喇叭口的制作，一般要使用专用工具——扩管器（如图9-1所示），扩管时需先将管端部加热，退火（以防管破裂）在空气中让其自然冷却后，再放入相应尺寸的扩管器。应注意的是，铜管的露出高度应和扩管器的下模口斜边长度相同。对扩口的要求是：圆整、平滑、无裂纹。

还有一种扩口是为铜管焊接时互相插入而制作的杯形口。杯形口是采用专用钢冲打入成形的。操作时先将铜管夹在扩管器中，然后用锤子打击钢冲，边打，边转动，冲完后，取出钢冲，对杯形口的要求亦是圆整、光滑、无裂纹。

4. 螺纹连接

应用于纯铜管的螺纹连接可分为半接头连接和全球头连接两种。半接头连接如图9-2所示，左面铜管用螺纹连接，右面铜管则与接头连接。

全接头连接如图9-3所示。两头均为螺纹连接，接头部分均先扩出喇叭口，然后用螺纹接头和螺母连接。

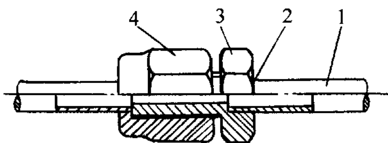


图9-2 半接头连接
1—铜管 2—焊接处 3—接头 4—螺母

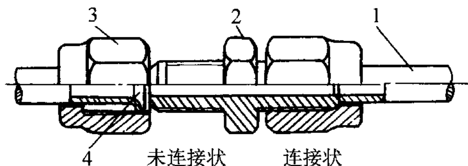


图9-3 全接头连接
1—铜管 2—接头 3—螺母 4—喇叭口

5. 扩口连接——喇叭口连接

需要扩口连接的管端，首先需要将彼此连接的铜管端部扩成喇叭口，然后用扭力扳手和呆扳手连接。连接时，切记先用汽油、纱布将管子擦拭干净，并将两端对正。操作时，一只手用扭力扳手紧固，一只手用呆扳手将管接头卡住。当扳动扭力扳手听到“咔咔”声时，即为连接牢固，不可再用力。

不同管径的管子，选用扭力扳手规格可参照表9-2。

表 9-2

管径/mm	扭力扳手/N·m	管径/mm	扭力扳手/N·m
ϕ9.35	14~17	ϕ16.88	48~62
ϕ12.70	48~62	ϕ19.05	69~99

6. 法兰连接

无缝钢管的法兰连接是用管子的一端插入法兰板的凹槽内，用电焊焊牢，然后将两法兰板对准，中间垫以石棉橡胶垫片，用螺栓压紧密封。法兰连接的特点是可拆卸，因此常应用于检修时需经常拆卸的部位。

7. 快装接头的连接

有些制冷系统的制冷剂管道连接采用快装接头。这种接头分为一次性刃具膜片式，多次性弹簧自封式和扩口螺纹式三种。

快装接头的操作要求是要快，一般不超过 5min，而且要精心。预先检查两接头处是否有油污、水污和杂物。然后用手将两接头对准，不能有偏斜，如图 9-4 所示。在接头处用塑料油壶注入少许冷冻润滑油，然后用扭力扳手加力，呆扳手卡紧（图 9-5）。一般先连接粗管（低压管、气管）后连接细管（高压管、液管）。

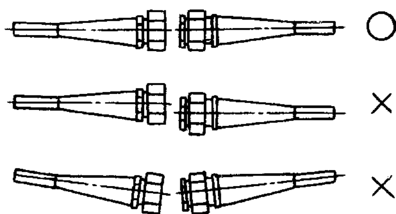


图 9-4　接头对准

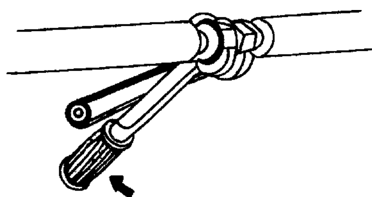


图 9-5　接头连接

为使接头连接紧密，可先在有螺母的那个接头处用色笔划出 24 个等分刻度，另一接头处划好标记。然后用扭力扳手或其他扳手紧固，使两接头上的记号吻合即可。如图 9-6 所示。

8. 制冷剂管的制作

1）回油弯：由于制冷剂汽化时，冷冻润滑油呈雾状，受制冷剂流动的影响，油会在管道中上升。在管径较粗或由于油量限制压缩机排出量减少的情况下，一部分油就容易积存于上吸式管的下部。这样在上行吸气管过长的情况下，应每 10cm 设置一个回油弯。回油弯的制作采用弯管器，应注意弯管的当量长度大大超过 90°弯管接头的当量长度时，性能会受影响。回油弯的形状如图 9-7 所示。

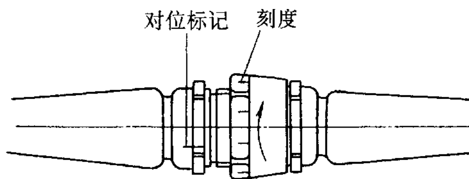


图 9-6　接头吻合

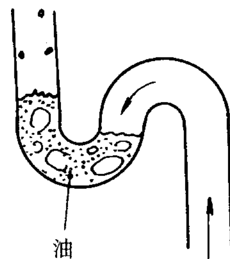


图 9-7　回油弯

2）排气管：在制冷系统中，压缩机与冷凝器之间用管道相连。从压缩机排出制冷剂蒸气的管道称作排气管。在安装排气管时应注意：

① 压缩机与冷凝器等高时，排气管应装成下行坡度。如图 9-8 所示。

② 当冷凝器高于压缩机，又没有油分离系统时，为防止停机后排气管中冷冻润滑油大量返回压缩机，应在排气管中装一U形弯头如图9-9所示，将冷凝器入口处制成环状。

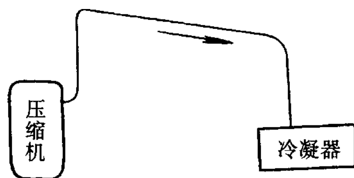


图9-8 下行坡度

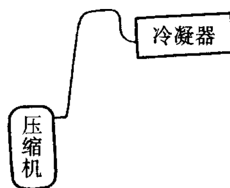


图9-9 排气管

3）输液管：

① 冷凝器与储液干燥器之间的接管如图9-10所示。

② 冷凝器与蒸发器之间的接管如图9-11所示。

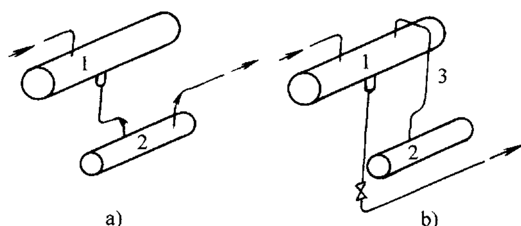


图9-10 冷凝器与储液器之间的接管方式

a）流过式 b）补充式

1—冷凝器 2—储液器 3—均压管

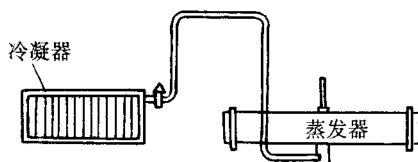


图9-11 冷凝器与蒸发器之间的接管方式

4）吸气管：为防止液击，在蒸发器与压缩机吸气管之间应设置分离器。连接蒸发器和压缩机的管道要按图9-12所示制成下行坡度。为使停机时，不让冷凝制冷剂回流，在蒸发器出口处应制成环形弯。当压缩机在上方时，为了顺利地回油，应在蒸发器的出口处制成不太大的环形弯。

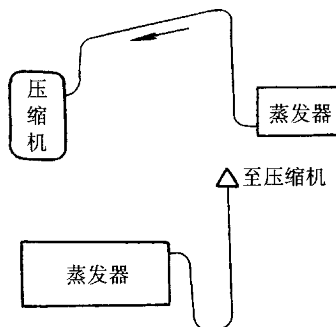


图9-12 压缩机与蒸发器之间的管路

3.2 焊工操作技能

1. 钎焊常识

金属之间的焊接方法可分为熔焊、压焊和钎焊三种。所谓钎焊就是把熔点低于被焊材料熔点的金属或合金作为充填金属（即焊料），只熔化焊料而不熔化被焊物的一种熔接方法。

钎焊又分为钎接熔焊、软钎焊和硬钎焊三种。在维修汽车空调时，纯铜管的焊接采用硬钎焊。软钎焊与硬钎焊的差别主要表现在采用的焊料软硬不同。软钎焊的焊料是焊锡，硬钎焊的焊料是铜磷合金焊条及银基焊条。另外，软钎焊与硬钎焊的不同，也可以以焊料熔点高低来加以区分。一般称熔点在450℃以下的焊料为软焊料，熔点在450℃以上的焊料叫硬焊料。操作时，硬钎焊是把熔点比被焊金属低（焊接温度要高于450℃）的焊料熔化加在结合部，使其与被焊材料发生沾润现象，以达到焊接的目的。

所谓沾润现象，是指在焊接部位的狭窄缝隙中加入熔化焊料，利用毛细管的作用进行焊接的方法。沾润是焊接必备的条件。硬钎焊主要采用氧气—乙炔焊炬，而软钎焊一般是采用电烙铁或喷灯进行加热。

2. 气焊设备

气焊设备主要由乙炔气瓶、氧气钢瓶、焊枪（焊炬）、软管等几部分组成。如图 9-13 所示。

在乙炔气瓶内，最大压力为 250lbf/in^2，乙炔气中含有约 93% 的碳与 7% 的氢（均为质量分数），在与适当的氧混合后点火，即可产生高温火焰。焊枪的结构如图 9-14 所示。焊枪使氧气与乙炔经两个针阀调节后，使其按规定的比例混合，点燃即可产生高温火焰，用来进行管路接头的焊接。焊接时火焰的大小可通过两个针阀控制调整，在焊接不同的材料，不同的管径时，所需的焊枪大小和火焰温度的高低亦不同，气焊火焰中有氧化焰、中性焰、炭化焰三种，各种火焰如图 9-15 所示。

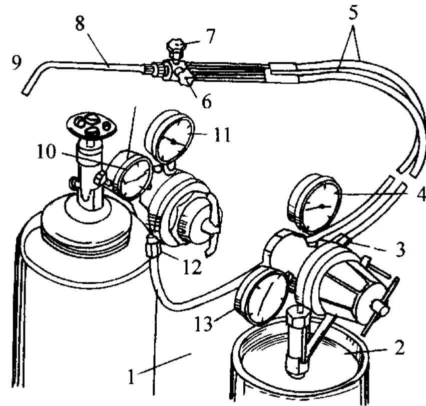


图 9-13 气焊设备

1—氧气瓶 2—乙炔气瓶 3、12—接头
4、11—低压表 5—软管 6—阀门扳手
7—调节器 8—焊枪 9—火嘴 10、13—高压表

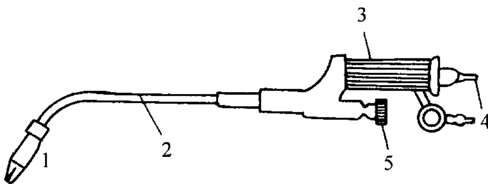


图 9-14 焊枪

1—火嘴 2—气体混合管 3—手柄
4—氧气口 5—调节轮

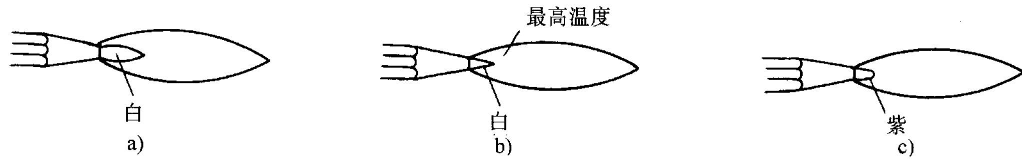


图 9-15 气焊火焰

a）氧化焰 b）中性焰 c）炭化焰

三种火焰中，氧化焰中由于氧气过剩，这会造成被焊金属氧化，所以一般不宜采用。炭化焰是可燃气体的剩余火焰，火焰模糊发紫，钎焊时使用一些炭化焰。其他如碳素钢、不锈钢的焊接亦使用它。中性焰是三种火焰中最适合于铜管焊接的一种火焰，这种火焰氧气和乙炔气的含量适当，是气焊中的标准火焰，最高温度可达 3000～3500℃，几乎所有的焊接都可采用中性焰。

气焊火焰的调整方法是，用手转动焊枪上的氧气调节轮，以改变气体混合比例。火焰的具体调节过程如下：

由大至小：中性焰（大）→减少氧气→出现羽状焰→减少乙炔→调为中性焰（小）。

由小至大：中性焰（小）→加乙炔→羽状焰变大→加氧气→调为中性焰（大）。

由于焊接有时需在用户处进行，所以外出维修人员有时需配备便携式气焊机，其外形如图 9-16 所示，便携式气焊机有以汽油为燃料的，也有用小型高压氧气乙炔瓶的。

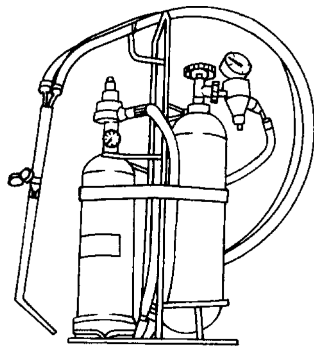


图 9-16 便携式气焊机

常用氧气—乙炔气焊设备安全操作顺序如下：

1）检查高压储气瓶，将高压储气瓶置于远离热源，无日晒的地方，且气瓶的出口不要对着人体的部位。微打开气瓶阀门时，有少量气体排出，以判断高压气瓶接管前端有无杂物堵塞或损伤造成的气体泄漏。

2）高压储气瓶的接头对正连接管的螺母，并用扳手拧紧。同时储气瓶的接头对正调节阀的螺母，亦用扳手拧紧。

3）检查焊枪焰口前部是否有弯曲式堵塞，气管口是否被堵，有无油污。

4）调整氧气阀，先把调节器把手调松，然后打开高压储气瓶的气阀，并将调后的低压压力控制在 0.15～0.2MPa，然后慢慢关闭调节器把手。

5）调整乙炔阀，先把调节器把手调松，然后打开气瓶的气阀，使低压压力控制在 0.01～0.02MPa，然后慢慢关闭调节器把手。

6）打开气管的乙炔阀，用打火机点火，然后再打开氧气阀。

7）火苗调整，调整乙炔阀和氧气阀，使火焰成为中性焰。

8）焊接。

9）灭火，先关乙炔阀，后关氧气阀。

10）关闭气瓶的气阀，打开吹管气阀，将压力表调为 0Pa，再关闭吹管气阀，放松调节器的把手。注意：所谓表压为 0Pa 其绝对压力为当地大气压力值。

3. 焊料

一般硬钎焊的焊料主要有银基焊料、铜磷焊料及黄铜焊料等。在钎焊中的管材一般是：铜与铜，铜与钢，钢与钢对焊。正确地选择焊料及熟练地操作是焊接质量的有效保证。

制冷管道采用纯铜管时，焊接时一般选用铜磷焊料或银焊料。因为这些焊类均具有良好的漫流流动性填缝和润湿性能。铜与钢或钢与钢的钎焊，可选用银铜焊料和适当的焊剂。

4. 焊剂

焊剂又叫焊药。在钎焊过程中，焊药可以防止被焊物金属及焊料的氧化，并有效地去除氧化物杂质，使焊料能够流动。与此同时，还可以减少已熔化了的焊料的表面张力，容易去除熔渣。焊剂的功能还可以将自身对被焊金属及焊料的腐蚀作用，限制在最小限度以内。一般焊剂分为非腐蚀性和活性化两种。

5. 焊接技术

一般而言，对用气焊焊接的铜管钎焊有如下要求：插管钎焊时，两管之间要有适当的嵌合间隙；焊接金属表面要洁净，并去除油污；焊料、焊剂要适当；火候要合适，技术要熟练。

第10章　汽车空调系统的拆卸与安装

1　轿车空调系统的拆卸与安装

1.1　桑塔纳轿车空调系统的拆卸与安装

桑塔纳轿车空调有些部件的维修只能在有专用工具和维修设备的条件下，由专业维修人员进行。

1）排空制冷剂，拆下制冷系统：空调制冷部件进行维修前，可根据要求先排空制冷剂。旋开制冷剂管道上的气阀防护盖，如图10-1中的箭头所示。用气门开启器打开阀门，直到手指感觉有气体流出并能听到排气声时为止。排气过程约30min。必须注意不得将气门全部旋出，以防排气过快造成损坏。排气结束后即关闭阀门，并旋上防护盖。随后，短时间旋开冷凝器上的螺管接头，排放残存气体，然后再细心地旋紧该接头。接着将压缩机V带拆下，这样，即使意外通电，也不致对制冷系统造成损坏。制冷系统充送制冷剂采用专用设备，按规范方法进行。当然有些零部件，如图10-2所示，也可不用专用设备进行拆装。

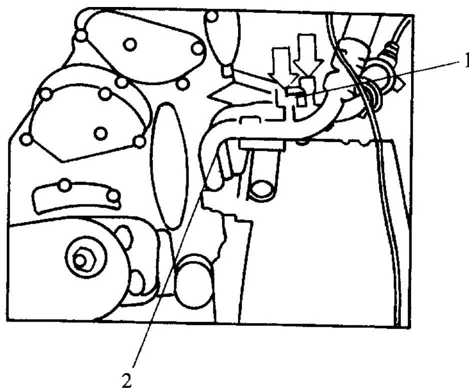


图10-1　制冷剂管道气阀防护盖
1—气阀防护盖　2—管道

2）感温管的设置：如图10-3所示，感温管的加固端应插入蒸发器的专用孔（图中箭头）内约180mm，而感温管则设置在空气通道下的控制装置至蒸发器孔之间，注意安装感温管时不得将其折断。

3）空调新鲜空气风箱的拆检：新鲜空气风箱结构如图10-4所示。拆检时先压下舌簧板，然后将暖气水箱罩拆下来，若发现暖气水箱内衬垫脱落，应采用DO02102胶粘剂胶合。除霜及中央风门真空阀拆检时，若脚踏控制风门真空阀有破损应予更换。

4）制冷及暖气控制装置的拆检：如有故障时，如蒸发器冻结，就必须检查空调微动开关和受杠杆位置影响的真空开关是否协同工作。如图10-5所示，其步骤如下：拆下空调饰板，起动发动机，按下A/C按钮，先把滑杆推入宽槽的位置A，切断制冷和暖气装

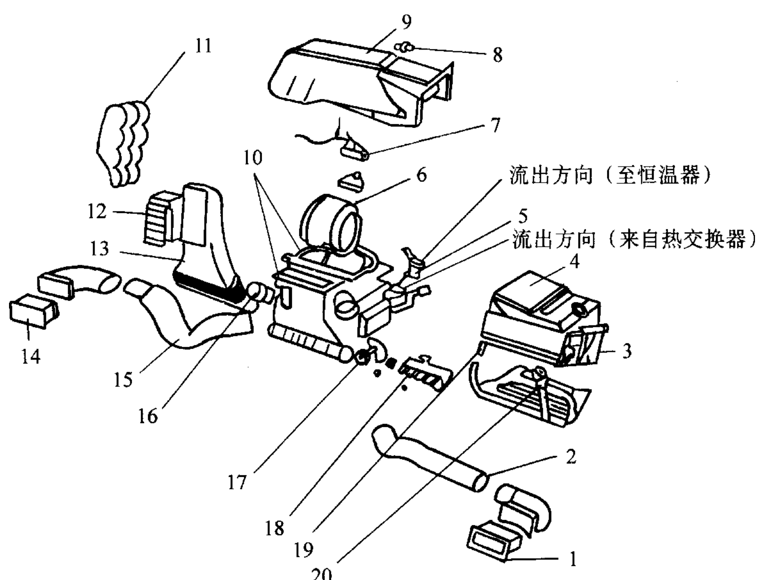


图 10-2 可不用专用设备拆装的零部件

1—右出风器 2—右导风管道 3—蒸发器 4—密封衬垫 5—暖水调节阀 6—鼓风机 7—鼓风机调速电阻 8—进风罩的真空阀 9—空调进风罩 10—密封垫 11—真空储气罐 12—中央出风器 13—导风联接件 14—左出风器 15—左导风软管 16—除霜及中央风门真空阀 17—脚踏控制真空阀 18—空调和暖气的调节器 19—温度继电器的感温管 20—集水盘嵌入串线板中的开口管衬套

置的电源。然后把滑杆推上凸面，按箭头方向移动约 1mm 至位置 B，应可听到进风罩真空阀起动声，而此时压缩机仍应不起动。接着把滑杆按箭头方向移动约 1mm 至位置 C，这时压缩机应接通。如果不符合上述开关程序（关—进风罩真空开关开始工作—压缩机接通），则制冷及暖气控制装置底座应予更换。

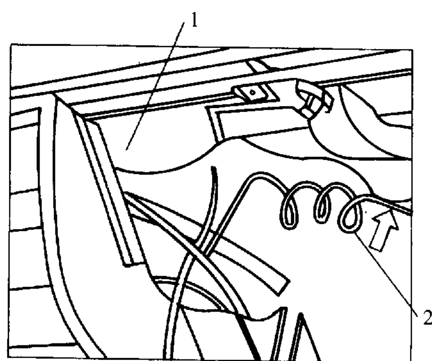


图 10-3 感温管的设置

1—蒸发器 2—感温管

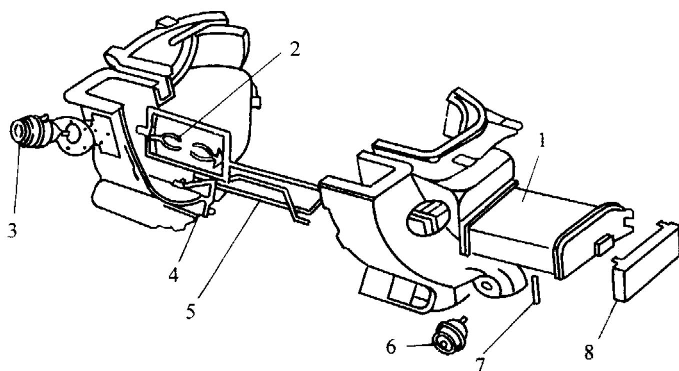


图 10-4 空调新鲜空气风箱

1—暖气水箱 2—除霜风门 3—除霜及中央风门真空阀 4—中央风门 5—脚踏控制风门 6—脚踏控制风门及风门真空阀 7—脚踏控制风门罩 8—暖气水箱罩

5）真空软管的连接：真空软管采用连接板连接，软管在真空软管连接板上的插入深度为 30mm，如图 10-6 所示。

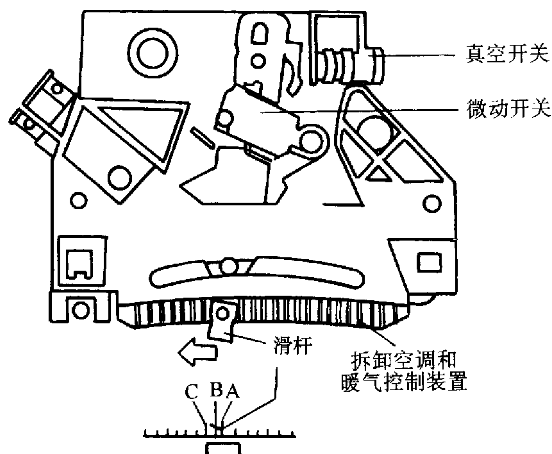


图 10-5 制冷及暖气控制装置的拆检

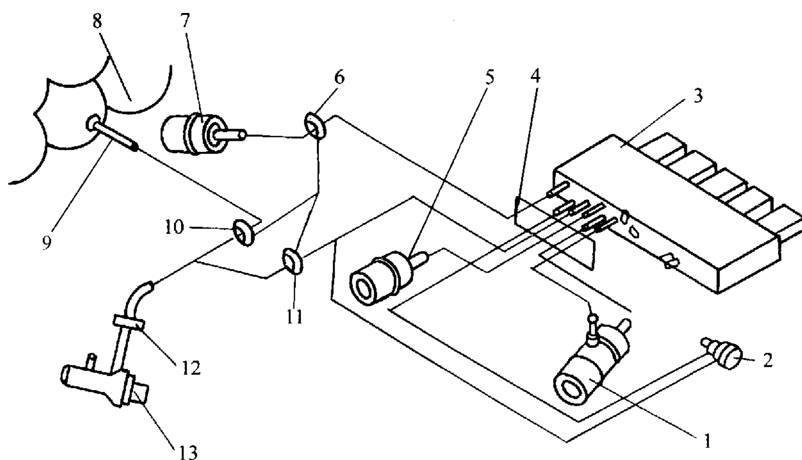


图 10-6 真空软管连接

1—除霜及中央风门用真空阀 2—真空开关 3—暖气装置按钮开关
4—真空软管用连接板 5—脚踏风门用真空阀 6、11—排水板
7—进风罩用真空阀 8—真空储气罐（汽油车用）
9—橡胶套管 10—串线板 12—空调真空单向阀
13—制动加力泵单向阀

1.2 夏利轿车空调系统的拆卸与安装

1）先拆下暖风机装置操纵总成，然后拔下空调开关导线插头，最后拆卸螺钉，取出空调开关，如图 10-7 所示。

2）在发动机室一侧，从蒸发器上拆下压缩机上连接的各种管道。如图 10-8 所示。

3）在车内一侧先拆下空调线束与空调开关及前线束的导线插头，然后拆下两个卡子，如图 10-9 所示。

4）先拆掉蒸发器总成两侧的箍带，然后再拆下蒸发器总成，如图 10-10 所示。

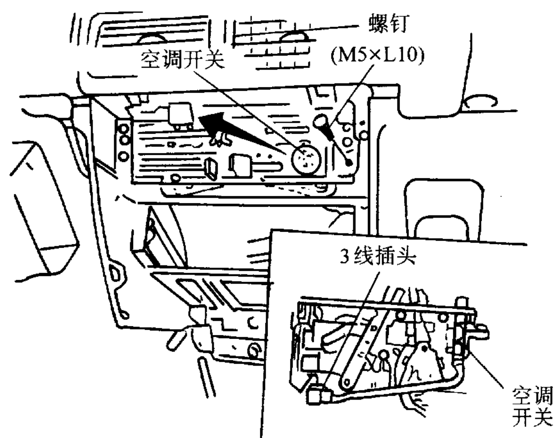


图 10-7　空调开关拆卸

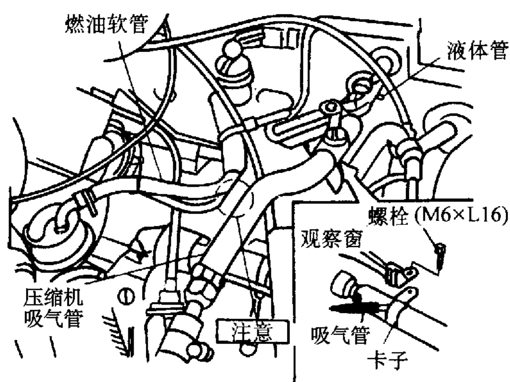


图 10-8　拆卸压缩机吸气管和液体管

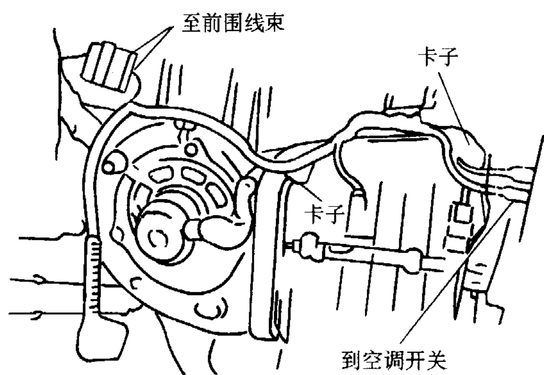


图 10-9　拆开空调前围线束导线插头、卡子

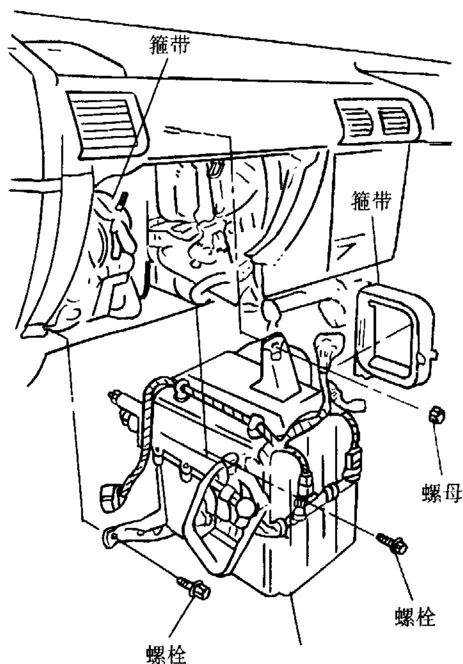


图 10-10　拆下蒸发器总成

5）拆下空调线束和空调放大器，如图 10-11 所示。

6）拆开压缩机的导线插头后，再拆掉压缩机吸气管和排气管的两个连接螺栓，拆开该两管，然后旋松中间带轮的调节螺栓，再拿下 V 带，最后卸掉四个螺栓，取下压缩机，如图 10-12 所示。

7）拆下散热器罩、前保险杠、压缩机引线和冷凝器风扇导线插头，如图 10-13 所示。

8）从冷凝器上拆开压缩机排气管和液体管，取下冷凝器、储液罐，如图 10-14 所示。

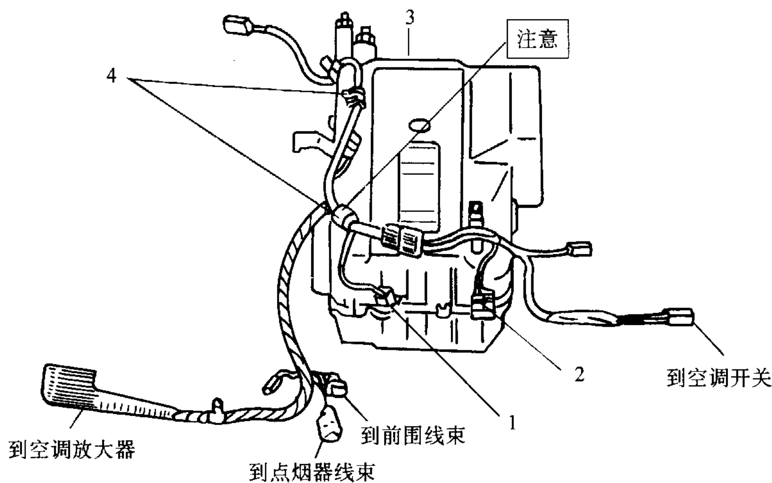


图 10-11　拆下空调放大器

1—双向压力开关　2—热敏电阻　3—蒸发器总成　4—卡子

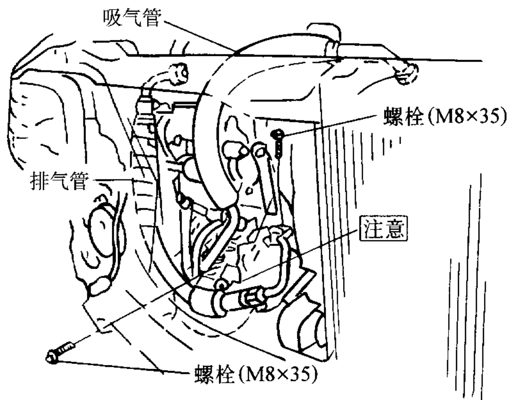


图 10-12　拆下压缩机

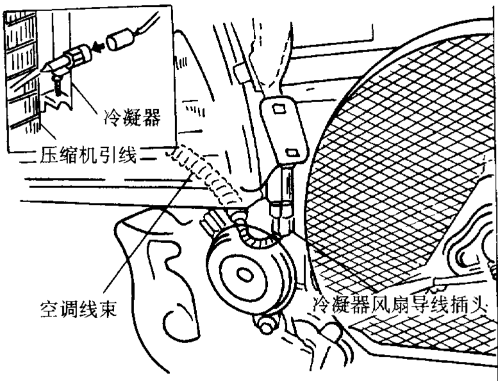


图 10-13　拆下散热器罩、前保险杠、导线插头

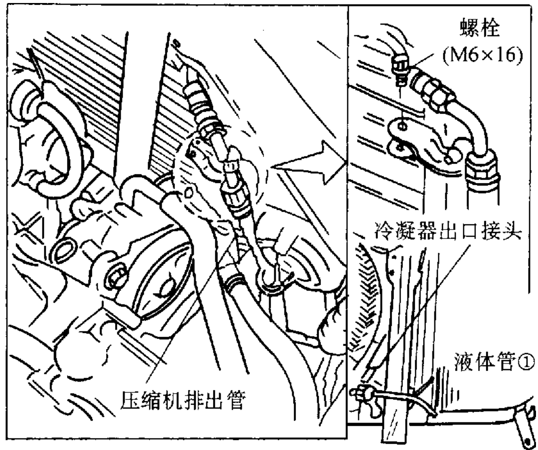


图 10-14　拆下冷凝器、储液罐

1.3 奥拓轿车空调系统的拆卸与安装

奥拓轿车空调系统的拆卸与安装可参阅图 10-15、图 10-16、图 10-17、图 10-18 四图进行。

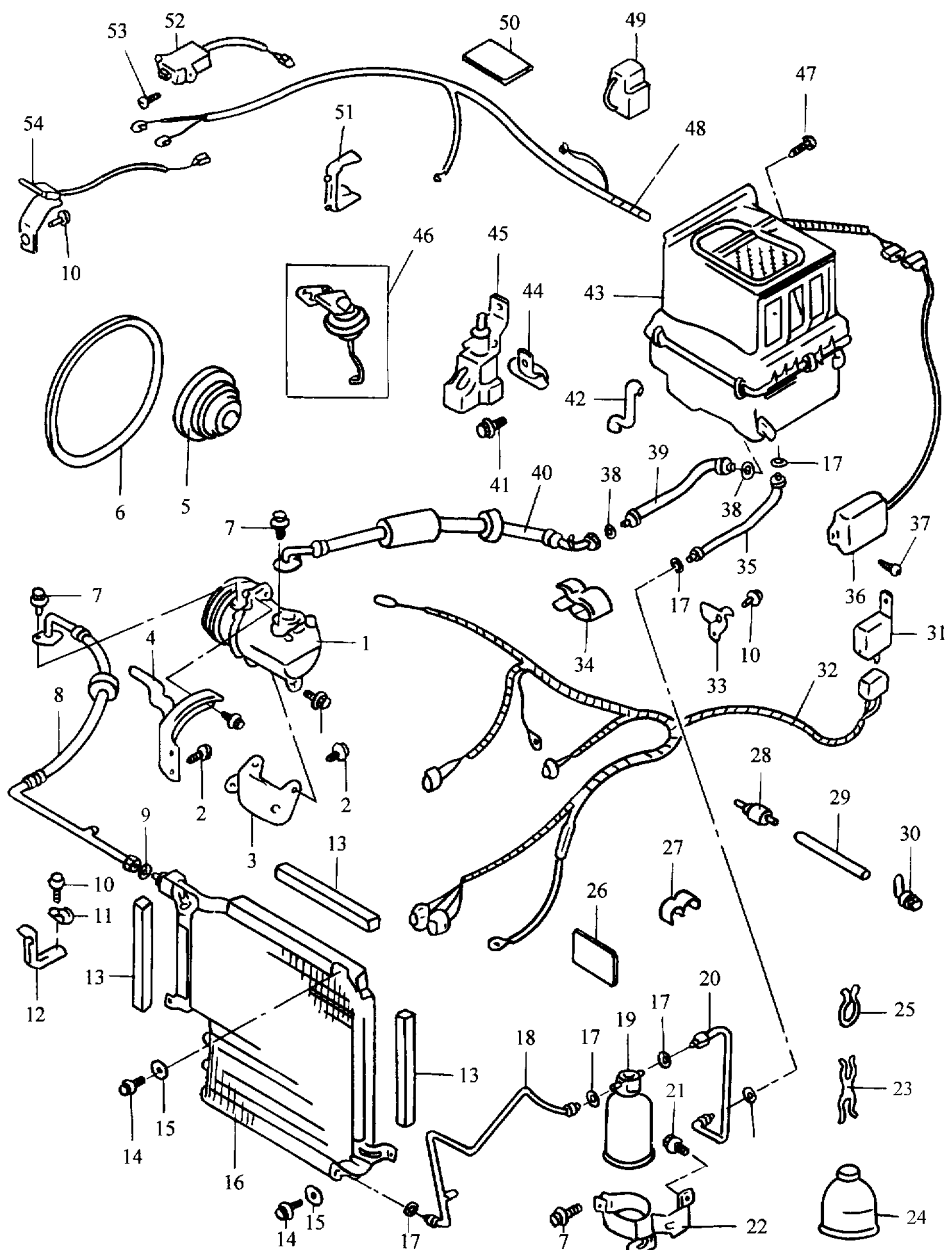


图 10-15 奥拓轿车空调制冷气装置结构组成图

1—压缩机和电磁离合器 2、7、10、14、21、41、47—螺钉 3—压缩机支架 4—压缩机调整支架 5—曲轴带轮 6—空调带轮 8—压缩机排气软管总成 9—密封垫圈 11—排放软管接头 12—排气软管架托架 13—冷凝器软垫 15、17、38—垫圈 16—冷凝器总成 18—冷凝器出口管总成 19—储液干燥器总成 20—储液干燥器出口管总成 22—储液干燥器托架 23—制冷剂容器瓶 24、25—真空软管夹子 26—蓄电池绝缘垫 27—弹簧夹子 28—止回阀总成 29—真空软管 30—真空软管接头 31—发动机散热器风扇继电器 32—空调 No. 1 线束 33—蒸发器支架 34—管夹 35—管 36—空调放大器 37、53—十字槽螺钉 39—吸入管 40—压缩机吸入软管总成 42—真空管 43—蒸发器总成 44—真空电磁阀托架 45—真空电磁阀总成 46—空调怠速提升装置总成 48—空调 No. 2 线束 49—短接配线（电加热器） 50—线束垫 51—空调开关总成支架 52—空调开关总成 54—加速切断开关

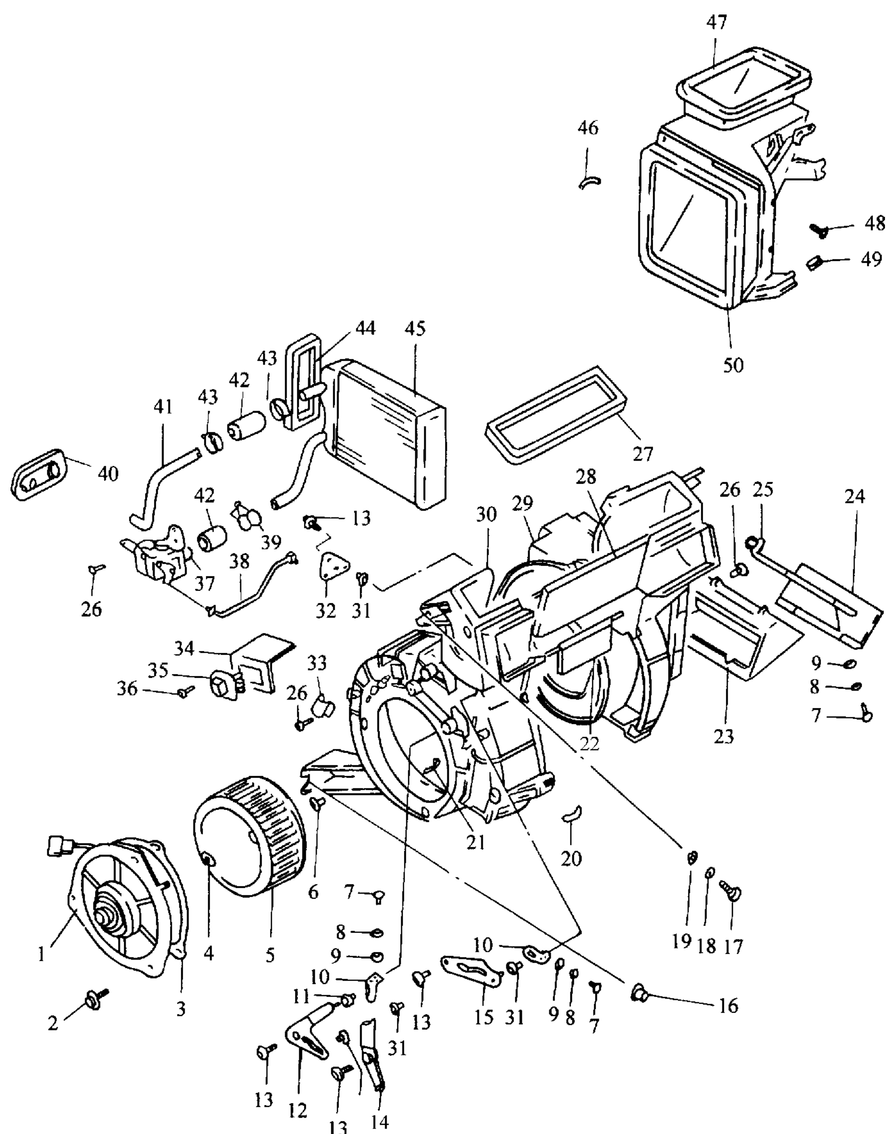


图 10-16　奥拓轿车空调暖气装置结构组成图

1—鼓风机电动机总成　2—电动机螺钉　3、27、44、50—密封垫　4—风扇垫圈　5—风扇叶轮　6、8、9、18、19—垫圈　7、17、26、36、48—螺钉　10—连接板　11—衬套　12—通风控制杠杆　13—锁紧垫圈　14—空气循环操纵杠杆　15—控制杠杆　16、49—螺母　20—壳体弓形夹　21—锁夹　22—调节风门总成　23—罩板　24—调节风门总成　25—调节风门轴　28—调节风门总成　29—暖风装置左壳体　30—暖风装置右壳体　31—杠杆套　32—操纵杠杆板　33、46—夹子　34—电阻瓷板　35—鼓风机电阻器　37—水阀总成　38—传动杆　39、43—软管夹　40—暖气装置绝缘垫圈　41—管子　42—水管　45—散热器总成　47—引风罩总成

1.3.1　奥拓轿车空调装置总成的组装

奥拓轿车空调装置包括两个部分，即供暖部分和制冷部分。将能单独安装使用的供暖装置去掉引风罩后，与制冷装置并接，即组装成了奥拓轿车的空调装置总成。其组装程序如下：

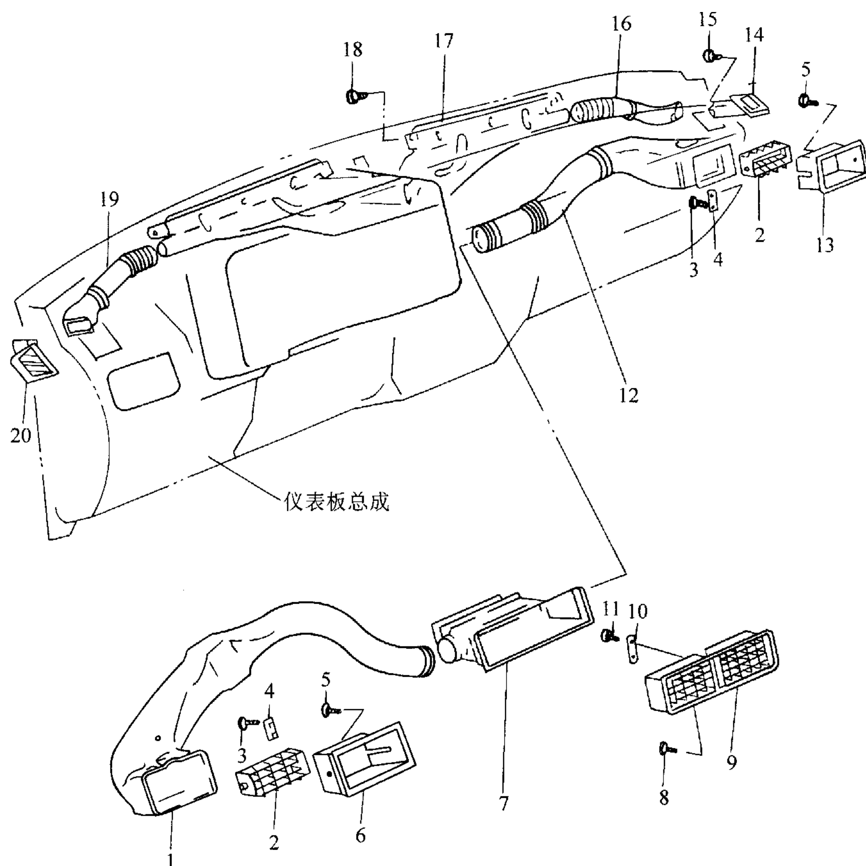


图 10-17 奥拓轿车空调送风管道装置结构组成图

1—左侧通风管道 2—通风窗叶片 3、5、8、11、15、18—自攻螺钉 ST4.2×13 4—固定片 6—左侧通风壳体 7—中央通风管道 9—中央通风窗叶片总成 10—固定片 12—右侧通风管道 13—右侧通风壳体 14—右除霜喷嘴 16—右侧除霜软管 17—中间除霜喷嘴 19—左侧除霜软管 20—左侧除霜喷嘴

1）拿掉供暖装置总成的引风罩组件。

2）用两个 M5×12 螺钉将暖气装置与制冷装置相并接，即组装成了空调装置总成。

1.3.2 奥拓轿车空调系统元件在仪表板总成上的安装

1. A/C 开关的安装

A/C 开关装在仪表前盖总成上，其安装程序如下：

1）把 A/C 开关插入仪表前盖总成内，插入前应将 A/C 开关插入孔修理畅通。

2）用两个自攻螺钉（M4×12）将 A/C 开关固定在仪表前盖总成上。

2. 鼓风机开关总成的安装

将鼓风机开关总成安装在仪表台板主板上，其安装程序如下：

1）将鼓风机开关总成的开关操纵杆从仪表台板主板下面对准其安装缝，从下方穿出来，并将开关总成上的两个孔对准仪表台板主板上的两个孔。

2）用两个自攻螺钉将鼓风机开关总成固定在仪表台板主板上。在安装仪表前盖板总成

后，装上开关旋钮。

3. 控制装置照明灯总成的安装

控制装置照明灯总成安装在仪表台板主板上鼓风机开关总成位置的旁边。其安装程序如下：

1）将控制照明灯总成与仪表台板主板上的安装孔对正。

2）用一个自攻螺钉将照明灯总成固定在仪表台板主板上。

4. 空调控制旋杆总成的安装

空调控制旋杆总成安装在仪表台板主板上，其安装程序如下：

1）将空调控制旋杆总成安放在仪表台板主板上的安装座内。

2）把控制旋杆压板安装在仪表台板主板上并对准两个螺钉孔，然后装好控制旋杆。

3）用两个自攻螺钉将控制旋杆压板固定好。

4）用两个自攻螺钉将空调控制旋杆总成左下方的两个固定位置紧固好，在安装仪表前盖板总成后，装上两个旋钮。

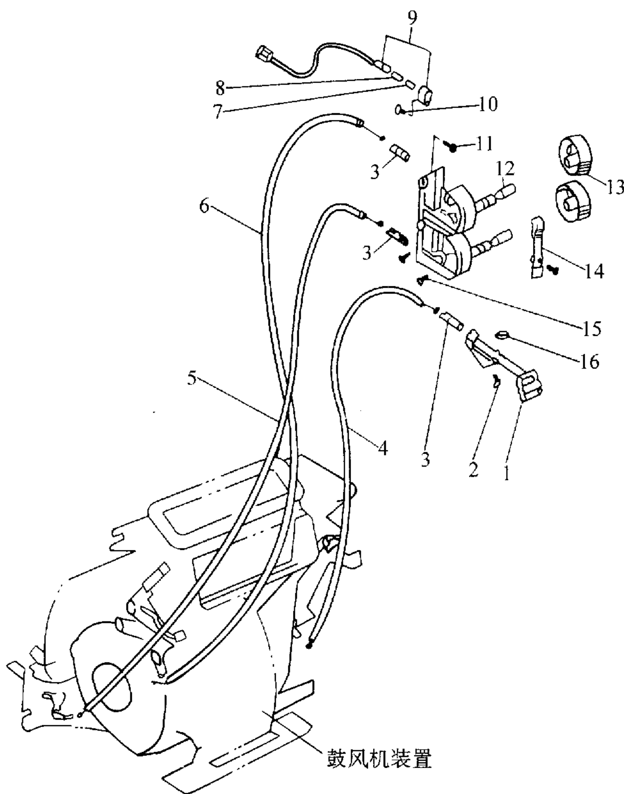


图 10-18　奥拓轿车空调操纵结构组成图
1—空气循环控制器总成　2、11—自攻螺钉 ST4.8×13　3—拉索夹　4—空气循环控制拉索　5—风向控制拉索　6—温度控制拉索　7—罩盖　8—灯泡 12V/1.4W　9—照明总成　10—自攻螺钉 ST4.2×16　12—空调控制总成　13—旋钮　14—支板　15—自攻螺钉 ST4.2×6.5×16　16—螺母

5. 新鲜空气循环控制器的安装

新鲜空气循环控制器安装在仪表台板主板上，位于鼓风机开关总成部位的下方。其安装程序如下：

1）将新鲜空气循环控制器从仪表台板主板下方穿入相应安装孔中，把控制器上的两个安装孔对正仪表台板主板上的孔。

2）用两个自攻螺钉把新鲜空气循环控制器固定在仪表台板主板上。

3）安装后推、拉控制器拉手，应灵活、无阻滞现象。

4）安装后，新鲜空气循环控制器拉索钢丝外伸长度应大于 35mm。若小于 35mm 时，可将外套管切去一段，以保证获得大于 35mm 的尺寸。

6. 空调 No.2 线束的安装

空调线束安装在仪表台板主板内侧位置。沿 8 个线夹给予适当的固定（局部与 2 号线束合并固定）。其线束走向如图 10-19 所示。

空调 No.2 线束连接器的插接方法如下：

1）有 12 根线的连接器与空调放大器相插接。

2）白/黑、黑两根线的连接器与蒸发器上的热敏电阻接头相插接。

3）粉红/黑单线与 2 号线束相插接。

4）黑、豆绿/红 2 根线与加速切断开关相插接。

5）有 6 根线的连接器与 1 号线束相插接。

6）蓝/红、粉红/黑、黑/白三根线与空调 A/C 开关相插接。

7. 除霜管道的安装

除霜管道安装在仪表台板主板内侧上边上，其安装程序如下：

1）将右侧除霜风口组件和左侧除霜风口组件从仪表台板主板表面插入其安装孔内，并各用一个自攻螺钉固定。

2）将中间除霜风口管安装在仪表台板主板内侧上边，并用 5 个自攻螺钉加以固定。

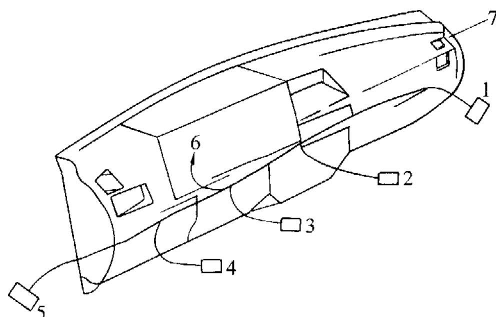


图 10-19 空调 No. 2 线束安装图
1—与放大器相接 2—与蒸发器上热敏电阻相接 3—与 A/C 开关相接 4—与切断开关相接 5—与 1 号线束相接 6—与 2 号线束相接 7—仪表板主板

3）将右侧除霜风口和左侧除霜风口和中间除霜风口管的两端口相连接，以构成一个完整的除霜风道。

8. 通风管道的安装

通风管道安装在仪表板主板内侧的中上部位置，其安装程序如下：

1）将右侧通风壳体从仪表台板主板内侧装入其安装孔内；然后将通风窗叶片总成再装入通风壳体内。用一个自攻螺钉将通风壳体一侧固定，另一侧用两个自攻螺钉和通风窗固定片将通风壳体固定。

2）将左侧通风壳体从仪表台板主板内侧装入其安装孔内；然后将通风窗叶片总成再装入通风壳体内，用一个自攻螺钉将通风壳体一侧固定，另一侧用两个自攻螺钉和通风窗固定片将通风壳体固定。

3）将中央通风窗总成从仪表台板主板内侧装入其安装孔内，然后用两个自攻螺钉将中央通风窗总成固定。

4）将右侧通风管道和左侧通风管道与中央通风管道组合在一起，然后分别用手压装在相应的风窗壳体上。

1.3.3 奥拓轿车空调系统元件在乘客室内的安装

1. 蒸发器吸入管、排出管和泄水管的安装

蒸发器吸入管、排出管和泄水管安装在车身前壁板的通孔中，其安装程序如下：

1）将泄水管橡胶孔圈、吸入管橡胶孔圈、排出管橡胶孔圈内孔涂上少许肥皂水，分别装到泄水管和排出管上。

2）将吸入管、排出管、泄水管分别装到车身前壁板上，注意要将橡胶孔圈与前壁板上孔缘装配紧密。

2. 空调放大器的安装

空调放大器安装在右前翼子板的内侧，其安装程序如下：

1）空调放大器在其支架上安装。将空调放大器一端用 1 个螺钉（M6 × 12）固定在其支架上，另一端用支架上的舌片插入放大器下孔中。

2）空调放大器与支架组装后，再用一个螺钉（M5 ×12）将它固定在右前翼子板的内侧，并用此螺钉将接地线固定在此处。

3. 加速切断开关的安装

加速切断开关安装在加速踏板组件上，其安装程序如下：

1）先将加速切断开关与其支架装在一起，再用一个螺钉（M2.3 ×10）直接把加速切断开关固紧在支架上，然后用一个螺栓（M2.3 ×12）插入加速切断开关另一个固定孔中，用螺母（M2.3）固紧。

应注意：组装后加速切断开关的断开动作应灵活，不受任何阻碍。

2）将加速切断开关组件用一个螺钉与加速踏板组件组装在一起。

3）将加速踏板组件用两个螺钉固定在车身前壁上。

4. 全空调装置总成的安装

全空调装置总成安装在乘客室前壁板上，共有 5 个固定点，其安装程序如下：

1）去掉全空调装置下固定点两个螺栓上的油漆防护套。

2）在车身前壁板上铺上仪表板下隔声垫总成。

3）将蒸发器总成右侧的安装螺钉（M6 ×20）先旋入其安装螺孔中。

4）将全空调装置安挂在车身前壁板上，先装上供暖装置上的上面两个螺钉，再装上供暖装置下面的两个带垫螺母，最后，把 5 个固定点全部上紧。

5）将泄水管与蒸发器上的泄水管口相连接。

6）将吸入管、排出管与蒸发器上的相应管相连接。在连接时，注意吸入管、排出管上的白线与车身前壁板对齐，其拧紧力矩为：

吸入管：30 ~34.3N · m

排出管：12.7 ~14.7N · m

7）将吸入管上缠上螺旋形的隔热带。

8）插接上供暖装置上鼓风机插接器电路和风扇电阻器插接器电路。

5. 仪表板总成的安装

仪表板总成安装位置在车身前壁上。在其固定之前要预先将它与有关空调系统的连接件连接起来，空调 No.2 线束接插器与相应的元件接插器插接起来。主要有：

1）将新鲜空气循环控制拉索与蒸发器总成上风门控制杠杆相连接，此时控制器把手应置于内外循环位置。

2）将通风操纵拉索与供暖装置总成上的送风门控制杠杆相连接。此时，通风位置选择旋钮应转到最上位置。

3）将温度调节拉索与供暖装置总成上水阀开关轴上的控制杠杆相连接。此时，温度调节旋钮应转到最下位置。

4）空调 No.2 线束的插接：

① 将空调 No.2 线束右端插接器与空调放大器相插接。

② 将空调 No.2 线束中右部插接器与蒸发器热敏电阻插接器相插接。

③ 将空调 No.2 线束中部插接器与 A/C 开关插接器相插接。

④ 将空调 No.2 线束中部单线插头与 2 号线束插座相插接。

⑤ 将空调 No.2 线束中左部插接器与加速切断开关插接器相插接。

⑥ 将空调 No. 2 线束左端插接器与 1 号线束插接器相插接。

在空调系统连接件与插接件及其他应插、应连的地方插、连好后，然后将仪表台板总成用螺钉固定在前壁板上。上面用 3 个螺钉固定，下面左、右固定点用螺钉固定，下中左部用一个螺钉固定，下中右部用一个螺钉固定，螺钉紧固后，应检查仪表台板与前围上部、左、右部位都应贴实，其缝隙不应超过 2mm，不符合上述要求时，允许加胶条粘贴填补。之后将上面左螺钉盖、中螺钉盖和右螺钉盖用手压装上。

1. 3. 4　奥拓轿车空调系统元件在发动机上的安装

1. 真空促动器在化油器上的安装

真空促动器安装在发动机化油器上盖上，其安装程序如下：

1）将真空促动器用两个螺钉固定在化油器上盖上。

2）将真空促动器的连杆，用 E 形环与空调总成提升臂连接起来。连接后去掉提升臂塑料限位板。

2. 真空软管接头的安装

真空软管接头安装在发动机进气歧管总成上，其安装程序如下：

1）首先将发动机进气歧管总成第一缸进气歧管上的螺塞拧下来。

2）再将真空软管接头拧入螺塞孔中。

3. 空调压缩机的安装

空调压缩机安装在发动机气缸体的左侧，其安装程序如下：

1）双槽曲轴带轮的安装：当奥拓轿车只装供暖装置时，由于没有冷气设备，因此不需要装空调压缩机，也就不需要发动机曲轴带轮有带动空调压缩机的功能，因此，此时发动机曲轴带轮为单槽带轮，即只一根 V 带来驱动水泵和发电机的旋转。当奥拓轿车装有冷气设备时，曲轴带轮便需驱动水泵和发电机旋转，又要驱动空调压缩机旋转，因此，曲轴带轮必须改为安装两根 V 带的双槽带轮，其安装程序如下：

① 首先应安装发动机飞轮限制器，其程序如下：

a. 去掉起动机。

b. 用起动机原来的两个螺钉将飞轮齿圈限制器固定在起动机安装孔内。

② 去掉单槽曲轴带轮中心螺钉，然后取下单槽曲轴带轮。

③ 装上双槽曲轴带轮之前，先将空调压缩机 V 带套在靠发动机一侧的槽内，然后将双槽曲轴带轮装到曲轴上，并用原有的螺钉拧紧，其拧紧力矩为 50 ~60N · m。

④ 去掉飞轮齿圈限制器后，安装上起动机，其拧紧力矩为 20 ~30N · m。

2）空调压缩机在发动机气缸体上的安装：

① 用 3 个螺钉（M8 ×25）将空调压缩机下支架固定在发动机气缸体上，其拧紧力矩为 20 ~30N · m。安装后，支架槽底面与气缸体接合面不允许有间隙。

② 用两个螺钉（M8 ×20）将空调压缩机上支架固定在气缸体左侧上，其拧紧力矩为 20 ~30N · m。

③ 将压缩机安装在上支架和下支架上：

a. 用两个螺钉（M8 ×25）分别从压缩机的下侧将压缩机固定在下支架上，暂不拧紧。

b. 用一个螺钉（M8 ×25）和垫圈将压缩机与上支架固定起来，暂不拧紧。

④ 压缩机 V 带的调整：在压缩机安装后，将压缩机 V 带和水泵、发电机 V 带分别套在各自的带轮上，然后调节 V 带的松紧。

a. 扳动压缩机，调节压缩机 V 带的张力，当用 98N 压力时，V 带的挠度为 7～8mm，当达到要求时，将压缩机在上、下支架的固定螺钉拧紧，其拧紧力矩为 20～30N·m。

b. 扳动发电机，调整水泵、发电机 V 带的张力，当用 98N 压力时，V 带的挠度为 8～12mm，当达到要求时，将发电机的调节螺钉拧紧，其拧紧力矩为 20～30N·m。

4. 供暖装置进出水管的安装

供暖装置进出水管安装在发动机左侧进气歧管和气缸体上的水管接头上，其安装程序如下：

1）将供暖装置进水管用卡箍固定在进气歧管上出水管接头上。

2）将供暖装置的出水管用卡箍固定在气缸体上的进水管接头上。

1.3.5　奥拓轿车空调系统元件在发动机室内的安装

1. 储液干燥器的安装

1）储液干燥器支架的安装

① 首先将储液干燥器支架上暂时拧上一个螺栓（M6×20），暂不拧紧。

② 然后用两个螺钉（M6×12）把储液干燥器支架固定到左前悬置支承上。

2）储液干燥器的安装

① 将储液干燥器插入其支架中，把带有：“N”的接头朝车前方向，并与车前方向成 20°夹角。

② 在储液干燥器位置安放正确后，拧紧其支架螺钉（M6×20）。

2. 冷凝器的安装

冷凝器安装在发动机散热器的前方，固定在车身头部构件上，其安装程序如下：

1）首先将 2 个冷凝器衬垫（350mm×30mm×20mm）分别粘结在冷凝器左、下侧面，将 1 个冷凝器衬垫（220mm×30mm×20mm）粘结在冷凝器的右侧，将 1 个冷凝器衬垫（380mm×30mm×20mm）粘结在冷凝器的上侧。

2）拆下车身头部的中间隔板。

3）通过车身头部护栅下板的内槽口，将冷凝器安放在安装位置上，并先拧上上面两个螺钉（M6×16）。

4）将中间隔板装回原位。

5）用一个螺钉（M6×16）将冷凝器左侧固定，用原接地螺钉将冷凝器右侧固定，然后拧紧冷凝器上方两个螺钉（M6×16），在安装冷凝器后，拧紧原有的接地螺钉。

3. 制冷管子的安装

空调系统制冷管子安装在发动机室边上，其安装程序如下：

1）管子安装操作要点

① 在准备对管子做连接时，才能取下管子的堵塞，平时绝对不要移动任何堵塞。

② 要保证所有制冷管路按规定线路走线，不要与周围部件摩擦。

③ 在连接管子之前，先在管子接头的 O 形密封圈上涂少量的冷冻润滑油。

④ 当装配拧紧管接头时，必须使用两个扳手，防止软管转动。

2）储液干燥器流出管的安装：储液干燥器流出管安装在靠近前壁板边，其安装程序如下：

① 将储液干燥器流出管两端的堵塞去掉。

② 将储液干燥器流出管与蒸发器吸入管相连接，其拧紧力矩为13～15N·m。

③ 将储液干燥器流出管与储液干燥器的出口接头（OUT）相连接，其拧紧力矩为13～15N·m。

3）压缩机吸入软管总成的安装程序如下：

① 去掉与蒸发器排出管相连接一端的塞子。

② 将压缩机吸入软管总成的一端与蒸发器排出管相连接，其拧紧力矩为21～25N·m。

③ 在发动机安装后，将压缩机吸入管的另一端与压缩机吸入口相连接，其程序为：

a. 去掉压缩机吸入管的堵塞。

b. 去掉压缩机上吸入口盖。

c. 将压缩机吸入管上的压盖，用螺钉固定在压缩机上。

4）压缩机排气软管总成的安装：压缩机排气软管总成的两端分别与冷凝器进气管接头和压缩机排气口相连接，其安装程序如下：

① 首先去掉压缩机排气软管与冷凝器相连接一端的堵塞。

② 将压缩机排气软管总成的一端与冷凝器进气管接头相连接，其拧紧力矩为21～25N·m。

5）冷凝器出口管总成的安装：冷凝器出口管总成与冷凝器出口管接头和储液干燥器进口管接头相连接，其安装程序如下：

① 去掉冷凝器出口管总成两端的堵塞。

② 将冷凝器出口管总成的一端与冷凝器出口管接头相连接，其拧紧力矩为13～15N·m。

③ 将冷凝器出口管总成与储液干燥器的进口管接头相连接，其拧紧力矩为13～15N·m。

4. 风扇继电器的安装

风扇继电器安装在车身前壁板检查孔盖上，用检查孔盖的一个螺钉进行固定。

5. 真空电磁阀的安装

真空电磁阀安装在车身前壁板上，用一个螺钉（M6×12）加以固定，此螺钉同时固定A/C开关地线终端。

6. 空调No.1号线束的安装

空调No.1线束与1号线束扎在一起沿车身前壁板走线，用线束夹将它们夹紧，用扎带将它们绑在一起，其走向如图10-20所示。

空调No.1线束插接器的插接：

1）粉红/黑，单线与压缩机插接器相插接。

2）黄黑/黑白二根线与真空电磁阀插接器相插接。

3）黄单线（地线）与真空电磁阀固定螺钉相压接。

4）粉红/粉红、黑二根线与高压开关插接器相插接。

5）粉红/黄、黑/黑、白三根线与1号线束插接器相插接。

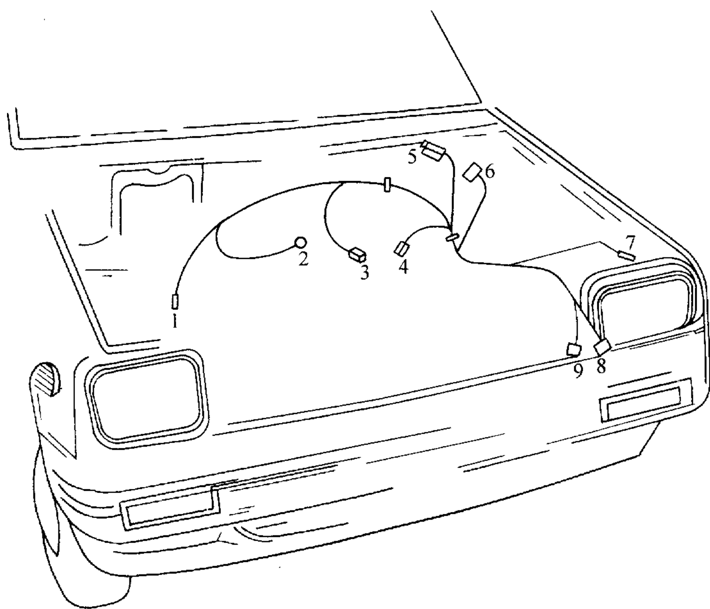


图 10-20　空调 No. 1 线束的走向图

1—与压缩机电磁离合器相接　2—地线　3—与真空电磁阀相接　4—与高压开关相接　5—与 1 号线束相接　6—与继电器相接　7—与蓄电池相接　8—与散热器风扇电动机相接　9—与散热器温度传感器相接

6）红/绿、黑/蓝、粉红/黑、黑、蓝/黑五根线与继电器插接器相插接。

7）红单线接蓄电池。

8）黑/蓝二根线与散热器风扇电动机插接器相插接。

9）黑/蓝二根线与散热器温度传感器插接器相插接。

2　大中型车辆汽车空调系统的拆卸与安装

2.1　中巴车汽车空调系统的拆卸与安装

一般的中巴车空调系统的安装步骤如下：

1）把压缩机固定在发动机机体上。装上传动带，并调整张紧轮到要求位置，如图 10-21所示。

2）在散热器前部安装冷凝器。把供液管、回气管与冷凝器相连接，如图 10-22 所示。

3）固定储液器并接上高压管，如图 10-23 所示。

4）把膨胀阀与蒸发器相连，并将膨胀阀的感温包捆扎在蒸发器的回气管外壁上，如图 10-24 所示。

5）把蒸发器与膨胀阀紧固后一起装入仪表板下部的风道内，并连接高压管、回流管，如图 10-25 所示。

6）安装后梁上制冷机组的风机、蒸发器和膨胀阀，如图 10-26、图 10-27、图 10-28、图 10-29、图 10-30 所示。

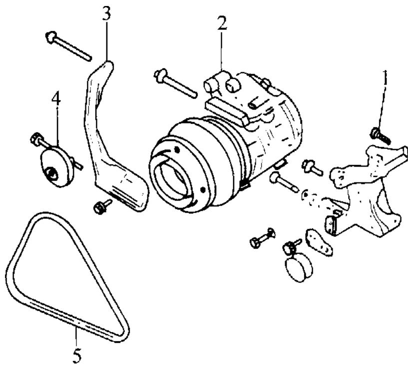


图 10-21 压缩机的固定

1—机架 2—压缩机 3—张紧轮架

4—张紧轮 5—传动带

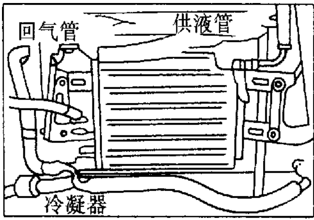


图 10-22 冷凝器的安装方法

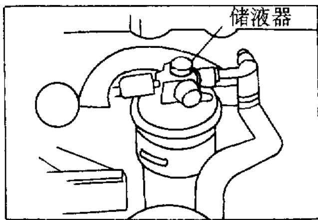


图 10-23 储液器的固定

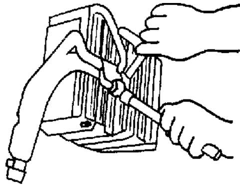


图 10-24 膨胀阀与蒸发器的连接

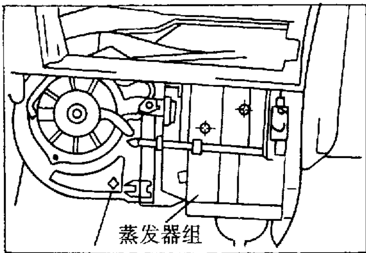


图 10-25 仪表板下部的冷风机

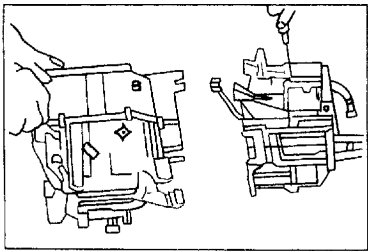


图 10-26 风道壳的拆装

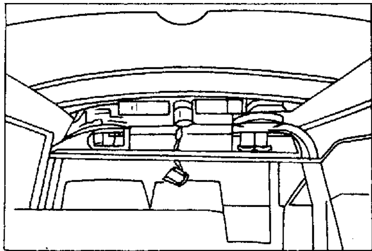


图 10-27 后梁上的冷气机组的安装

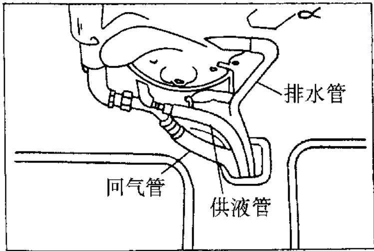


图 10-28 后梁上冷气机组管道

7）在车的前裙底部安装冷凝器，接好进、出口管道，如图 10-31 所示。

8）在连接系统管道的同时接上电磁阀，如图 10-32 所示。

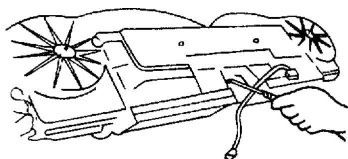


图 10-29　后梁风机的安装

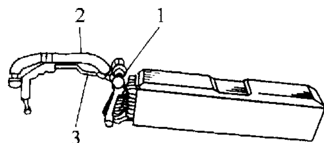


图 10-30　后梁上蒸发器和膨胀阀的布置
1—膨胀阀　2—回气管　3—供液管

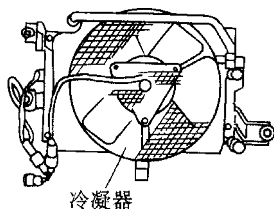


图 10-31　底部冷凝器机组

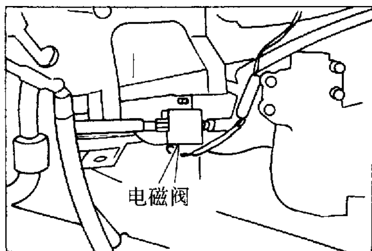


图 10-32　制冷管道中的电磁阀

9）安装 VSV 阀，如图 10-33 所示。

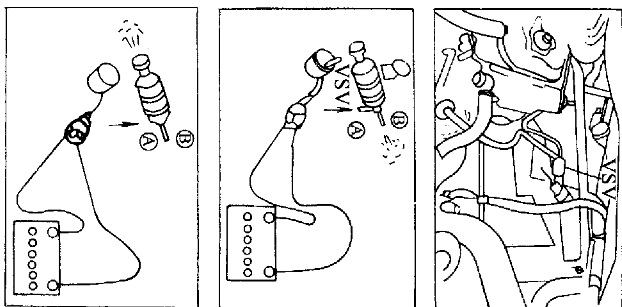


图 10-33　VSV 阀的安装

10）安装控制电器并接好所有的控制线路，然后接上总电源。

11）压力检漏，抽真空，充灌制冷剂。

2.2　大型客车汽车空调系统的拆卸与安装

大客车在大修时，也要对空调系统进行修理。这样就需要把空调器从车上拆下来。待修理完毕后还得装上车。对空调器的某一些部件进行修理时，也需要拆装空调器。另外改装空调器时也需拆卸、安装空调机组。下面以独立式空调器为例，介绍其拆装方法。

2.2.1　整机的拆装

1. 拆卸

1）将车辆的驻车制动器，放在制动位置，关掉总电源。

2）拆开空调器的主电缆，接地电缆和燃油管。

3）拆开冷气装置的空气管路，如图 10-34 所示。拆下冷凝器前部供加强用的支架。

4）用两个大型千斤顶撑起空调器。

5）拆下固定空调器用的螺母。

6）慢慢地操作大型千斤顶，把空调器放到小推车上，然后推走。

2. 安装

1）用固定螺栓，按图 10-35 所示把空调器安装在汽车底盘上。

2）连接及安装空调器的导线组、主电缆以及接地电缆和其他材料。

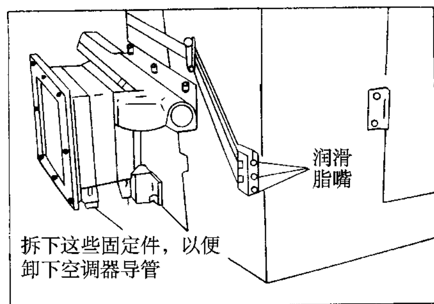


图 10-34　拆开空气管路

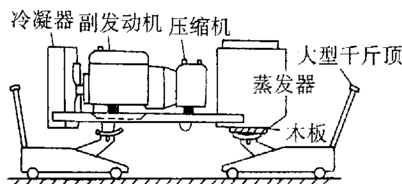


图 10-35　架空整机

2.2.2　储液器出液截止阀后面的部件拆装

在该截止阀后面的部件，如过冷器、干燥过滤器、示液镜、电磁阀、膨胀阀、蒸发器和压缩机等部件，要拆下检修时，可以把空调器中的制冷剂储存在压缩机高压阀和该截止阀之间的回路中。待上述部件修理完毕装上后再重新使用原来的制冷剂。这样既可节约开支，又可减少制冷剂对环境的污染。

1）把歧管压力表的高压端接在压缩机的高压阀上，低压表接在压缩机的低压阀上。打开各阀口，表上分别示出系统的高、低压值。

2）关闭出液截止阀。

3）起动空调器，观察高、低压力值。当低压表上指示出的压力进入 100 ~ 200kPa 的范围内，停止空调器运转。待低压升高后再起动空调器。这样反复多次，使压力保持在 100 ~ 200kPa 范围内。应注意，在空调器运转时，如高压值超过了允许值就得立即停机，以免压缩机受损。

4）停止运行后，马上把高压阀关闭。这样，循环中的制冷剂就储存在高压回路里了。

5）这时可以分别拆卸过冷器、电磁阀、干燥过滤器、视液镜、膨胀阀、蒸发器、压缩机等部件，进行修理，待修理完毕后再进行组装。

6）对制冷系统的上述回路进行抽真空。

7）打开高压阀和出液截止阀。制冷剂便在系统中贯通。

8）如制冷系统中没有泄漏，就可以拆下歧管压力表，使空调器运转了。

2.2.3　高压回路部件的拆装

如果要修理冷凝器、储液器等高压回路的部件，便需要把制冷剂放掉，具体步骤如下：

1）把歧管压力表与维修阀相联，慢慢地打开阀门向外放泄制冷剂。但要注意，不能放

得太快，否则冷冻润滑油会向外冲出。

2）把副发动机中的冷却液放掉。拆下散热器，为了避免灰尘侵入，要用塑料袋将各水管接头封好。

3）拆卸压缩机的高压阀、冷凝器、储液器等部件，进行修理或更换。

4）修理安装完毕后，连接制冷系统的循环的管道。装上副发动机的散热器及水管。

5）压力检漏，抽真空，充灌制冷剂。

6）试运行。

7）进行汽车空调运行性能的必要检测。

3　汽车空调系统零部件的拆卸与安装

3.1　制冷压缩机的拆卸与安装

3.1.1　制冷压缩机整机的拆卸与安装

压缩机结构比较复杂，所以在拆装检修前，必须先查阅有关资料，搞清压缩机的结构，并在仔细检查后，确定有必要时才拆卸检修压缩机。一般来说，拆卸压缩机应注意以下几点：了解压缩机的结构，拆装工具齐备、清洁；应按顺序拆卸，卸下的部件应放在干净处并进行编号；必须注意保护配合面，拆卸有配合面的零件，要把配合面向上放置；应采用专用洗涤剂清洗零件，并用毛刷刷洗，严禁用破布、纱布擦零件，且切勿在火源附近工作，要避免零件沾水，更不能用水清洗；拆卸压缩机时应先排出压缩机冷冻润滑油后才能开始检修；拆卸前应将拆换的备件准备好。

1. 空调压缩机的整体拆卸步骤

1）排空空调管路内的制冷剂，拆下压缩机。有的汽车冷冻润滑油量已有标准，故不需测量，但另一些车型的空调系统排放制冷剂时均需测量流出的冷冻润滑油量。

2）松开连接板螺栓，使连接板能前后松动，让残存的制冷剂从缝隙里缓慢流出。注意排放制冷剂的流速不能太快，以防冷冻润滑油一起流走。

3）制冷剂排放完后，管路内已卸压，即可以取走管路接头和整块连接板。

4）立即用盖板盖住压缩机，以防止灰尘、水分和空气进入压缩机中。

5）拆去电磁离合器导线。

6）拆卸空调压缩机的固定螺栓，将整个压缩机从发动机室内取出。

2. 马自达汽车空调制冷压缩机拆装方法（图 10-36）

首先拆下蓄电池接地线，从电气配线上拆下离合器引线。排出制冷剂，拆下 2 条软管，然后立即用软木塞将其塞住，以防止湿气进入制冷系统。最后松开并取下驱动 V 带，拆下压缩机安装螺栓，将压缩机从托架上卸下。

安装时，用安装螺柱把压缩机紧固在托架上，装上传动 V 带，用 100N 压力按下 V 带，其偏差如在 8～10mm 范围内说明松紧度合适，如图 10-37 所示。

用螺栓连接两软管，使之固定在压缩机上，螺栓的拧紧力矩为 98～137N·m。将离合器引线接到电气配线上，连接蓄电池接地线。

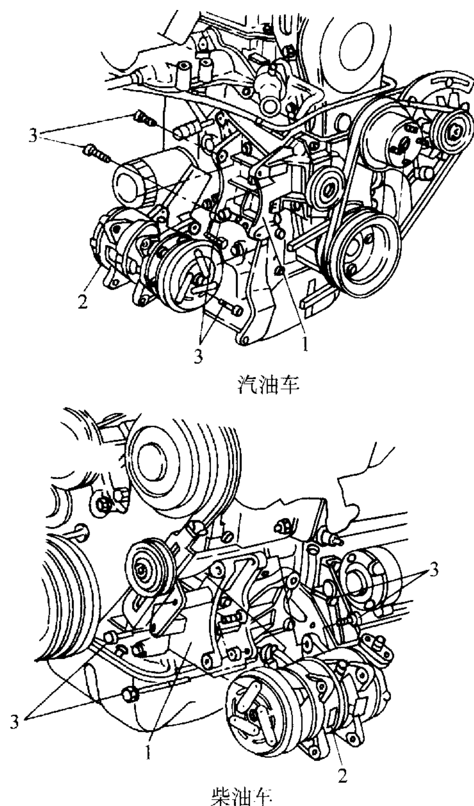


图 10-36 汽车空调压缩机的拆卸

1—压缩机托架 2—压缩机 3—安装螺栓

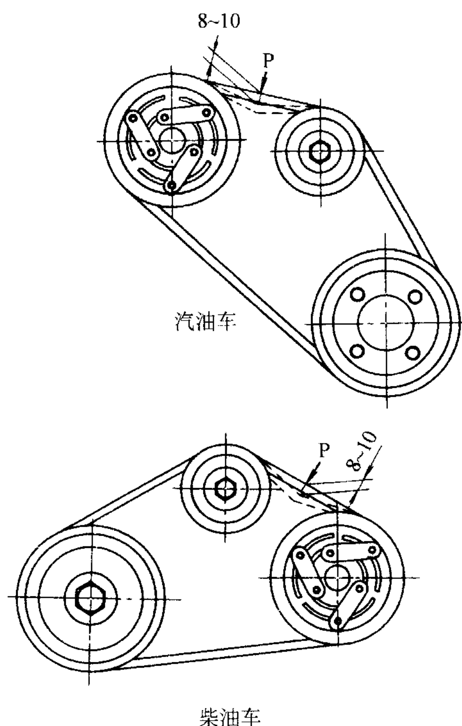


图 10-37 传动带松紧度检查

3.1.2 制冷压缩机电磁离合器的拆卸与安装

现以马自达汽车空调压缩机为例，介绍电磁离合器的拆装方法。

1. 电磁离合器的拆卸

1）使用专用工具防止驱动板旋转，用扳手卸下螺栓。如图 10-38 所示。

2）使用专用拉板，用扳手将离合器驱动板拆下，并从压缩机驱动轴或驱动板上卸下隔片，如图 10-39 所示。

3）使用外夹簧环钳，将夹簧环取出，然后拆下盖圈。

4）把专用拉板放在轮毂上，将带轮拆下，如图 10-40 所示。

5）拆下 3 只线圈固定螺钉，然后将线圈引线和线圈拆下。

6）检查驱动板与带轮，如果摩擦面因过热损坏或拉痕很深，应将驱动板和带轮更换。

2. 压缩机电磁离合器的组装

重新安装前，应用规定的清洗剂来清洗驱动板和带轮的摩擦面。对拆卸下来的线圈接线架，要检查是否已松动，同时还应检查线圈的绝缘情况。

1）将线圈（顶上带有引线）安装到压缩机上，并拧紧紧固螺钉，其拧紧力矩为 3.92 ~ 5.88N · m。引线通过接线孔来连接。

2）用专用安装工具安装带轮，如图 10-41 所示，然后装上夹簧环后再装盖圈。

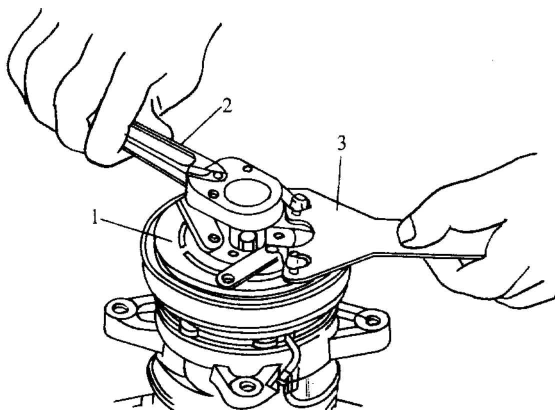


图 10-38 电磁离合器螺栓的拆卸
1—驱动板 2—扳手 3—专用工具

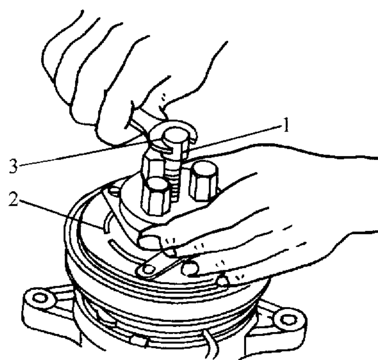


图 10-39 用拉板拆卸驱动板、隔片
1—拉板 2—驱动板 3—扳手

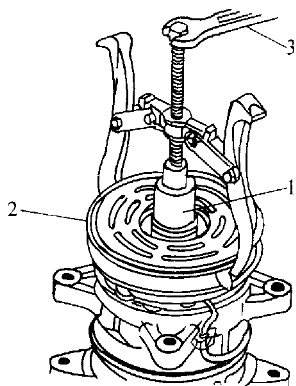


图 10-40 用专用拉板拆下带轮装配件
1—专用拉板 2—带轮 3—扳手

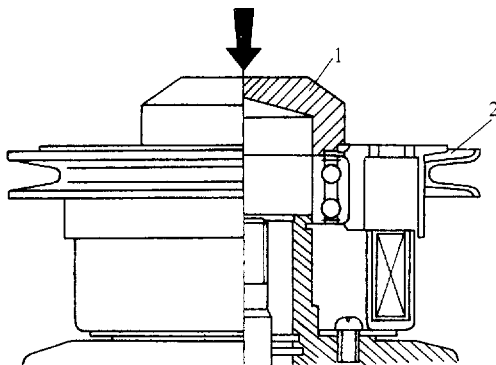


图 10-41 安装带轮
1—专用安装工具 2—带轮

3）将驱动板和隔片一起装到压缩机驱动轴上，并用手压入驱动板，再拧上螺栓，注意安装螺栓时，应使用专用工具，以防止驱动板旋转。螺栓的拧紧力矩为 13.72 ~15.68N · m。拧紧螺栓后，应检查 V 带轮运转是否平顺。

3. 检查离合器的间隙

标准间隙应为 0.3 ~0.6mm。如果间隙不符合规定，可选择不同厚度的垫片来调整。

3.1.3 制冷压缩机轴封的拆卸与安装

拆下电磁离合器后，可用卡钳将挡圈拆下，然后用盲塞和维修压缩机专用塞板和垫圈来堵塞压缩机高压端接口。通过前端盖的开口插入工具压下炭精密封片，并且用工具钩在密封片的凸出部分，慢慢拉出工具而将轴封拆下，如图 10-42 所示。然后检查轴封的炭精密封片表面是否损坏，检查 O 形圈与密封片表面接触是否良好，以保证 O 形圈在前端盖接触表面无损坏。注意拆下的轴封不能重用，而安装新的轴封时必须涂上充足的润滑油，并细心地把它压入前端盖，最后再试漏，看是否符合要求。

3.1.4 制冷压缩机后端盖，气缸盖及气缸的拆卸与安装

先放出压缩机内的冷冻润滑油。然后用工具旋下后端盖螺钉。第一步在顶部，以后按顺序来逐步松开并拆下所有螺钉。这时用塑料锤轻轻交替敲击后端盖边缘，但不准敲压压缩机轴，这样使后端盖松动，然后再用手托住后端盖，使它与压缩机分离。取下机油泵齿轮，但注意不准损坏齿轮表面，以后取下 O 形圈，衬垫和两个销子，最后取下后气缸盖、吸入阀盘和衬垫，如图 10-43 所示。应注意的是取下吸入盘时，要避免使它变形。拆卸气缸盖若感到困难时，可用专用工具插入气缸盖孔，将螺母压在气缸盖上，逐渐旋紧螺钉，即可把气缸盖卸下。拆下气缸盖后，可检查衬垫接触面有无损坏。如需更换，应更换新的衬垫。各部件经检查、更换后，按顺序装好，但装吸入盘时要注意，要确保 3 个阀与气缸和衬垫的开孔准确对齐，并将衬垫 O 形圈涂上冷冻润滑油，最后注满压缩机冷冻润滑油，进行测漏试验。

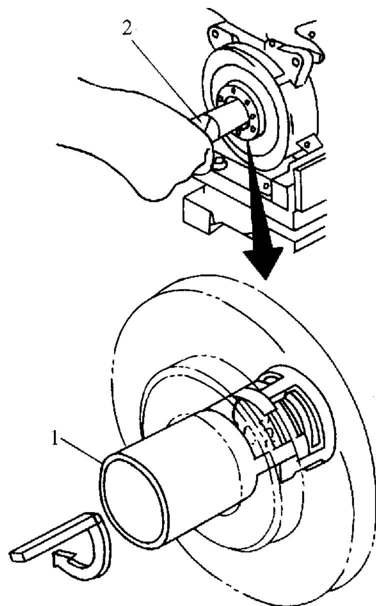


图 10-42 轴封的拆卸方法
1—接触面 2—专用工具

拆卸气缸，必须用长嘴钳或其他合适的工具，先拉出油管。因油管易弯曲，所以应特别小心，如图 10-44 所示。然后再将它前端朝下，用塑料锤轻拍壳体后端凸缘，如图 10-45 所示，使壳直线向下。最后再用塑料锤向上轻拍前端盖，将前端盖和气缸总成分离，经检查更换部件后，按顺序小心地装合，最后再进行泄漏试验。

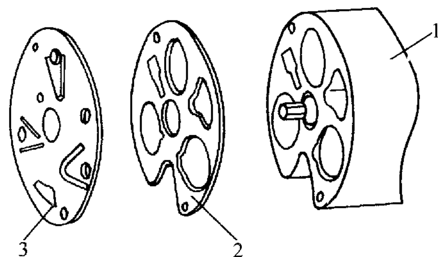


图 10-43 拆取后气缸盖、吸入阀盘、衬垫
1—后气缸盖 2—吸入阀盘 3—衬垫

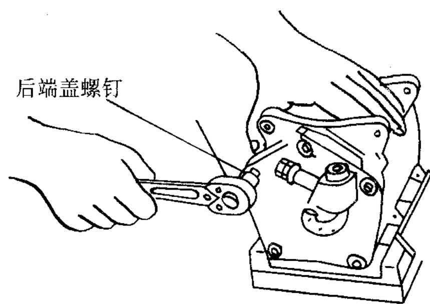


图 10-44 拆卸后端盖、后气缸盖

3.2 冷凝器的拆卸与安装

各种汽车空调系统冷凝器的拆卸步骤大都相同，有的汽车储液干燥器与冷凝器装在一起，如图 10-46 所示，所以拆卸冷凝器时便一同拆下，而有些汽车空调系统储液器装有控制阀组成储液器控制阀组，这时则只能把冷凝器单独拆下，在拆卸时应按不同汽车使用说明书的规定进行。

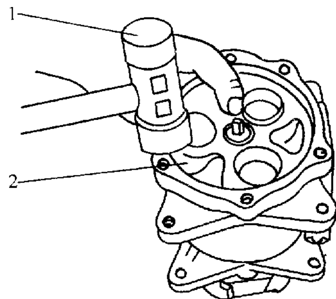


图 10-45　用塑料锤轻拍壳后凸缘

1—塑料锤　2—壳后凸缘

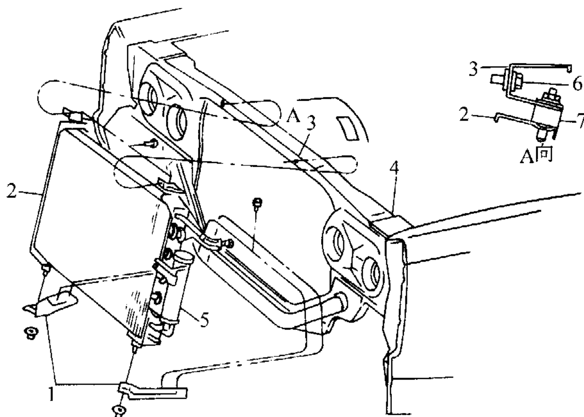


图 10-46　冷凝器与储液器拆卸

1—冷凝器下部支座　2—冷凝器　3—水箱支架螺孔（A 向）　4—水箱支架　5—储液器和干燥器　6—螺钉　7—标准防振垫

1. 冷凝器拆卸步骤

1）拆去蓄电池接地线。

2）将系统内的制冷剂排空。

3）拆去发动机散热器护板上部螺钉。

4）取走散热器上部支撑螺钉及支承。

5）将散热器顶部向后推，用一块 50mm × 100mm 的木块塞到散热器的右上角与水箱支架之间的位置，保证散热片不会被挤瘪、咬死、或者将散热器挤坏。

6）卸下冷凝器上部与水箱支架的连接螺钉。

7）从汽车下面，卸去冷凝器下部与水箱支架的连接螺母。

8）拆开冷凝器的制冷剂进出口管接头（如冷凝器与储液干燥器一起拆开时，则拆开储液干燥器出口管接头）。拆开后立刻把管口盖好保护起来，防止水分，空气或灰尘进入管内。

9）提起冷凝器，使得冷凝器下部固定螺钉离开散热器支架，对角拿起冷凝器，注意不要碰坏散热器。

在拆卸时要小心，防止冷凝器锋利的散热片口伤人。有些汽车空调冷凝器必须从汽车底部才能取出。这样需用千斤顶顶起汽车，顶升汽车后要用垫木来支承汽车，以防止千斤顶漏油下降，汽车落下压伤操作者。汽车下部如有保护板，应先拆除保护板后才拆冷凝器。具体做法可以参照不同汽车的使用保养说明书。

2. 冷凝器的重装步骤

按照拆卸相反的步骤安装冷凝器，但必须注意：

1）重新安装冷凝器时应在冷凝器内加入 $30cm^3$ 干净冷冻润滑油。

2）未装连接管接头时，不要先打开管口保护盖。

3）用 O 形密封圈时，必须先抹上冷冻润滑油。

4）装连接管接头必须用两把扳手拧紧才可靠。

5）装好冷凝器及管接头，必须抽真空，重新灌入制冷剂，查漏，并检验空调系统的运行性能。

3.3 蒸发器的拆卸与安装

蒸发器经常同送风机和储液器控制阀一起成组拆装，如图 10-47 所示。

不论单独拆卸或与其他附件一起拆卸，都应先拆去蓄电池接地线，然后将系统的制冷剂排空。必要时还得先拆去发动机的空气滤清器、预热器和发动机感温开关，以及会妨碍蒸发器取出的管和阀。

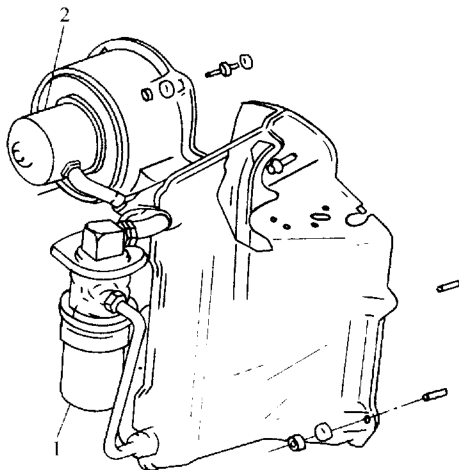


图 10-47 蒸发器和储液器控制阀组（VIR）
1—储液器控制阀组合 2—吹风机

1. 拆卸

拆卸蒸发器按如下步骤进行：

1）从蒸发器上拆去制冷剂进出管接头和溢流管，并把已拆开的每一个管口一一封口，以免空气、水分和灰尘进入管内。

2）拆去储液器阀组的支架螺钉，将储液器阀组放平，从一侧移走。冷凝器储液器阀组与压缩机相连的管路可不拆下。

3）拆去真空控制管路、真空罐及其支架。

4）拆去全部装在蒸发器上的电线和真空管线。

5）拆去蒸发器外壳顶部，侧面的固定螺钉。

6）取下蒸发器顶盖，然后将蒸发器卸下。注意不要碰伤蒸发器，并防止锋利的散热片伤人。

2. 安装

安装蒸发器则按上面步骤由后向前反向进行。注意应在重新安装蒸发器加入 $90cm^3$ 干净冷冻润滑油，接好各个管接头后，再将系统抽真空，加灌制冷剂，检漏，最后进行空调系统的性能检测。

3.4 送风机的拆卸与安装

如图 10-47 所示，拆卸送风机时应先拆去蓄电池接地线，卸下发热器热水管和控制导风板位置的钢索。顶起汽车，拆去除与散热器支架连接之处送风机挡板上的全部连接螺钉，然后拉出导风板，在导风罩下部与围板间垫上一块 50 ~ 100mm 的方木，以便能拆去风扇及电动机。送风机的拆卸与重新安装可按下列步骤进行：

1）拆开向送风机供冷的管路及送风机供电导线，拧去送风机外壳的固定螺钉，将送风机与外壳一起取出。如导风管接头处因密封粘紧需细心撬开分离，防止用力过度使连接管壁变形。

2）拧松风扇叶轮的固定螺母，拆开扇叶和电动机。

3）重新安装送风机时按与拆卸的相反的顺序进行。装扇叶时应注意叶片曲面展开方向应离开电动机伸向外端。

3.5　储液器膨胀阀组的拆卸与安装

如图 10-47 所示，储液器阀组既能与蒸发器成整体从空调系统中拆出，又可以单独将储液器阀组拆出。如果必须检修储液器阀组内的膨胀阀或绝对压力控制阀（POA）等内部组件，这时应先把储液器阀组拆下。

1. 储液器整体拆卸的步骤

1）先拆去蓄电池导线并把空调管路中的制冷剂排空。

2）擦掉储液器阀组和各接头表面的灰尘，并用压缩空气把灰尘吹净。

3）拆去蒸发器到储液器阀组的溢流管及制冷剂进出口接头，并立即把各接头封好，以防空气、水分和灰尘进入管内。

4）松开蒸发器芯的制冷剂进出口（与储液器阀组联接的）接头，拧去储液器阀组固定架的螺钉，先将蒸发器上面制冷剂出口管接头移走，然后再移开蒸发器进口接头，并立刻把各接头封好。

5）拆卸和更换密封圈。为了使新安装的储液器阀组密封圈易装，不会泄漏，可先给密封圈抹上冷冻润滑油后再安装。

2. 储液器安装注意事项

1）装密封圈时应对正接头，防止拧紧接头时密封环被扭坏。接头需要接合时才拿掉原来管口的保护盖。

2）储液器阀组与蒸发器的制冷剂出口接头必须对正。先用手拧好接头螺钉，再用固定支架固定好储液器阀组；固定后，蒸发器进口接头拧紧力矩为 24.4N・m，而出口接头拧紧力矩为 40.7N・m。

3）把溢流管接到储液器阀组上，接头拧紧力矩为 51N・m。

4）将储液阀组与冷凝器接头接好，拧紧力矩为 16.3N・m。

5）将储液阀组与压缩机进气管接头接好，拧紧力矩为 40.7N・m。

6）安装好后，应抽真空，重灌制冷剂，检漏并检测空调系统性能是否符合规定要求。

储液器阀组包括膨胀阀，绝对压力控制阀，观察孔，脱水干燥剂容器，溢液阀芯及储液阀组外壳等几部分，不论哪一部分不能正常工作，均需将储液器阀组先解体，再逐一检查，修复后重新安装。

3. 膨胀阀的重新装配

图 10-48 是储液器阀组的解体图，若膨胀阀无法正常工作，则须更换，更换膨胀阀可按下列步骤进行：

1）松开储液器阀组制冷剂入口接头盖的固定螺钉，换下密封圈。

2）仔细擦净阀座，并用压缩空气吹去落尘。

3）松开膨胀阀两个固定螺钉，先取走其中一个，另一个后退三圈（不能超过三圈），以保证膨胀阀不会飞出。

4）用拆膨胀阀专用撬板，从已取出固定螺钉的一侧插入膨胀阀顶端斜槽，轻轻地撬起膨胀阀，让残留在储液器室内的制冷剂逸出。注意不要让液态制冷剂冲出伤人。

5）残留制冷剂排出后，拿出撬板，拧下余下的另一个固定螺钉，再取出膨胀阀。

6）用专用取 O 形圈的工具在膨胀阀外壳上取出 O 形圈，用棉花抹净膨胀阀外壳。

7）膨胀阀共有上、中、下三个 O 形圈，以保证与膨胀阀外壳的密封。装新的 O 形密封圈时，新圈和相应位置均要抹冷冻润滑油。其中两个 O 形密封圈装在阀体上，另一个装在膨胀阀外壳槽内，用手把膨胀阀体压入膨胀阀外壳并定位。

8）用 6.8 ~ 9.5N · m 的拧紧力矩将膨胀阀的固定螺钉拧紧。

9）擦净储液器阀组制冷剂入口接头盖和座，检查接头盖和座之间没有刻痕或缺口后，再抹上冷冻润滑油，装上密封圈。用 9.5 ~ 16.3N · m 力矩把接头盖和固定螺钉拧紧。

10）更换干燥剂，装好储液器壳。

11）将整个储液器阀组装入空调管路系统后，再按规定完成抽真空，加灌制冷剂，检漏并进行空调系统工作性能测试等项工作。

4. 绝对压力控制阀（POA）阀的更换

绝对压力控制阀装在储液器阀组的位置，如图 10-48 所示。当绝对压力控制阀工作不正常时，必须把储液器阀组从汽车上整个卸下，并参照更换膨胀阀相似的步骤进行。绝对压力控制阀的更换具体步骤如下：

1）同“膨胀阀的重新装配”步骤 1)。

2）同“膨胀阀的重新装配”步骤 2)。

3）松开绝对压力控制阀的两个固定螺钉，取走一个，留下的另一个只允许先拧退三圈。

4）在绝对压力控制阀取出之前。储液器阀组内仍有一定压力的残留制冷剂，按上述拆卸膨胀阀的步骤 3)、4）规定，让储液器阀组内卸压。为了确保储液器和膨胀阀入口一侧压力降低，可以采用“干燥剂的更换”步骤 1)、2)（先拧松储液器壳）。

5）如图 10-49 所示，用专用撬杆插入绝对压力控制阀的导向板，并撬起阀体（注意用力均匀，以免损伤密封环槽）。

6）撬松绝对压力控制阀，让残留制冷剂逸出卸压后，取走原留下的另一个螺钉和垫圈后，再取走旧阀。

换用新的绝对压力控制阀可参照“膨胀阀的重新装配”步骤 7) ~ 11）顺序进行，便可完成绝对压力控制阀的更换。

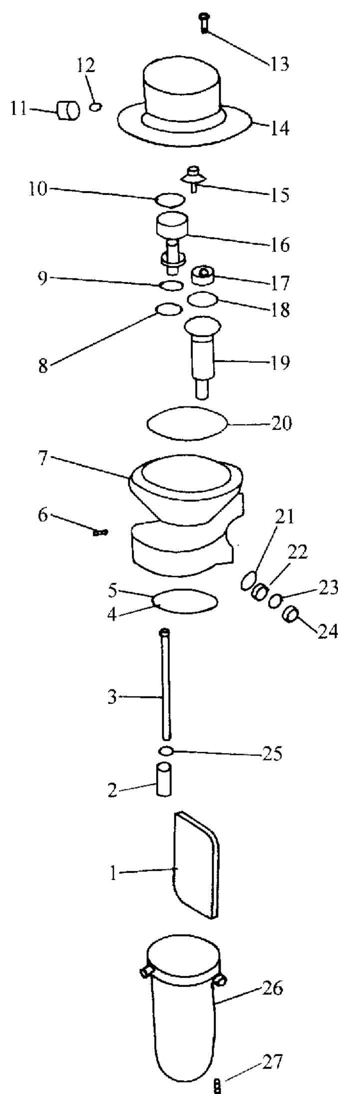


图 10-48 储液器控制阀组解体图
1—干燥剂袋 2—吸管的滤网 3—吸液管 4—吸液管 O 形圈 5—储液器座 O 形圈 6—溢流阀芯 7—储液器座 8、9、10—膨胀阀中、下、上 O 形圈 11—蒸发压力表接头阀门盖 12—蒸发压力表接头阀芯 13—储液器入口接头座固定螺栓 14—储液器入口接头座体 15—阀门定位螺钉及垫片 16—膨胀体 17—POA 阀导流板 18—POA 阀 O 形圈 19—POA 阀体 20—储液器入口接头座 O 形圈 21—视液镜 O 形圈 22—视液镜座 23—视液镜垫圈 24—视液镜固定螺母 25—吸液管固定环 26—储液器壳 27—储液器外壳固定螺钉

5. 干燥剂的更换

干燥剂在储液器组内的位置如图 10-48 所示，如需更换，应按下列步骤进行：

1）拧松储液器阀组的储液器壳固定螺钉（只允许退出 2～3 圈），仍让储液器外壳与储液器阀体上相联，以防止储液器内的残余压力把壳体冲出，致使制冷剂溅伤附近的人。

2）用手摇松外壳和阀座接口，如果密封圈粘结，可用旋具小心撬松，便能使储液器卸压。

3）储液器外壳能摇动时，即拧开固定螺钉并将储液器壳卸下。

4）把旧制冷剂、干燥剂（袋）和密封圈全部排除，用溶剂清洗吸液管滤网和储液器壳，再用压缩空气将其吹净。

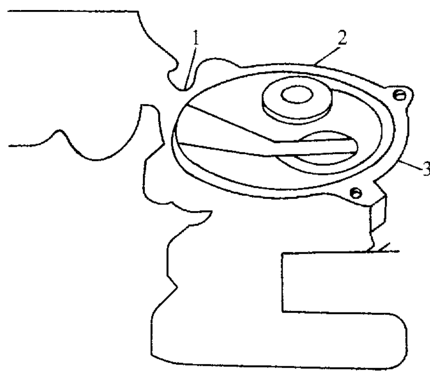


图 10-49　从储液器控制阀组取出绝对压力控制阀（POA）

1—专用撬杆　2—膨胀阀　3—POA 阀

5）装上新的干燥剂并装好洗净的滤网。

6）用冷冻润滑油抹新的密封圈槽。

7）在储液器内加入 $30cm^3$ 新的冷冻润滑油。

8）用 6.8～9.5N · m 的力矩，拧紧储液器外壳的固定螺钉。

9）将储液器阀装至空调系统后，按规定抽真空，加灌制冷剂，检漏并进行空调系统的性能检测。

应注意的是：有些空调系统的干燥剂与储液器做成一体，无法单独更换干燥剂，如需更换应把储液器整体换掉。

6. 视液镜的更换

储液器阀组内视液镜的位置如图 10-48 所示，如需更换，则先按图 10-50 所示，用内六角扳手拧去视液镜观察玻璃的固定螺母，用手指轻轻按住玻璃片，让少量的制冷剂蒸气排出，然后左右晃动玻璃片便能取出。

丢弃需要更换的旧件，换上新密封圈。把玻璃片及玻璃片的尼龙垫圈，连同固定螺母一起先用冷冻润滑油抹过，再装好内六角螺母，拧紧力矩为 2.6N · m。

装好视液镜后，将整个储液器阀组接回到空调系统中，再进行以下几项工作：抽真空、加制冷剂、检漏并检测空调系统的性能。

7. 储液器组溢流（管）阀芯的更换

更换溢流阀芯，应先拆下整个储液器阀组，并用专用的拆卸工具，如图 10-51 所示，取出溢流阀芯。

更换新溢流阀芯时应注意安装位置，并用专用工具把阀芯拧到螺纹上，再刚刚感到有压力时再转拧 180°即可。注意不同规格的阀芯不能互换。

阀芯换好后，将整个储液器阀组装回空调系统内，再完成抽真空，灌制冷剂，检漏并检测空调系统性能等项工作。

8. 储液器阀体的更换

如果阀体有损伤，而内部的组件仍正常的话，则更换阀体即可，但一定要用新的观察玻

璃和新的溢流阀芯。为保证阀体内外干净，通常先用溶剂清洗阀体内外，并用压缩空气吹净。

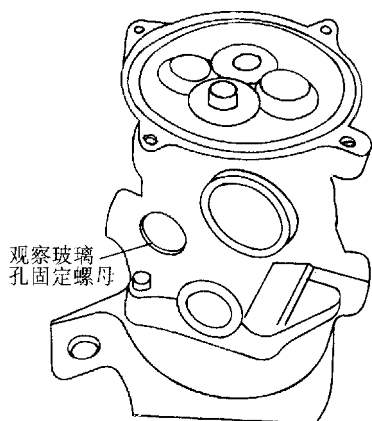


图 10-50 储液器阀组视液镜的观察玻璃

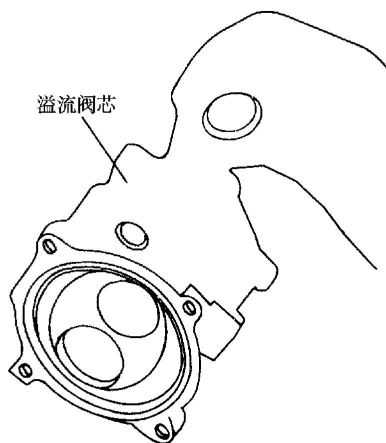


图 10-51 从储液器控制阀组上取溢流阀芯

更换阀体的步骤如下：

1）从旧阀体上取出膨胀阀和绝对压力控制阀及储液器壳。

2）取出吸液管时应先用小旋具尖每次一点一点地挑出吸液管的固定环，待固定环已能自由移动时，才可以拿出吸液管。

3）重新装上 O 形密封圈时必须先用冷冻润滑油抹过，并用专用的吸液管固定环装卸工具按图 10-52 所示方法装好吸液管固定环，装配时应保持垂直，管口应敞开，固定环装上环槽时才不会损伤。

4）换好阀体，装上原膨胀阀、绝对压力控制阀，并换上新干燥剂，再加 $30cm^3$ 冷冻润滑油后，才装储液器壳。

5）完成整个储液器阀组装配后，接入空调系统内再完成抽真空，灌制冷剂，检漏并检测空调系统性能等。

3.6 汽车空调系统接头的拆卸与安装

1. 空调系统管件装配操作要点

1）若装配时发现有的管子需要清洁时，可用无水乙醇冲洗，并且要充分干燥后才能装配，注意不许用压缩空气吹。

2）安装时，管路系统开放时，应立即将孔塞或盖板装在管接头上；如无合适的堵塞，可用多层塑料布封好。

3）连接金属管和软管之前应在接头上滴几滴冷冻润滑油。

4）安装管道时，应注意不要使 O 形圈掉落，涂冷冻润滑油后再紧固。

5）在螺纹管接头处拧紧，或者松开时必须同时使用两把

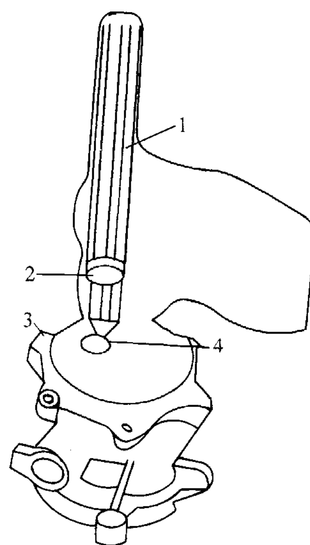


图 10-52 用专门工具装吸液管固定环

1—吸液管 2—吸液管固定环 3—储液器阀组（VIR）的吸液管装配工具 4—O 形密封圈

扳手进行操作，其拧紧力矩应按要求执行。

6）管道安装后，不应与附件的组件接触。

2. 管件螺纹拧紧力矩要求

空调制冷管路和供暖管路的管件连接一定要牢固可靠，具有良好的密封性能，且又不能因为拧紧力矩过大而损伤螺纹，使之失去密封连接功能。因此，根据不同的材质，不同的管径，都规定了拧紧力矩的要求，在空调管路安装时，应严格予以执行。汽车空调管路拧紧力矩具体数值如下：

1）金属管与金属管连接，其拧紧力矩按相应车辆技术手册进行。

2）橡胶软管与橡胶软管连接，其拧紧力矩按相应车辆技术手册进行。

3）橡胶软管与金属管连接，其拧紧力矩按相应车辆技术手册进行。当不同材料管件连接时，其拧紧力矩一般使用其拧紧力矩范围内较低的数值。

第 11 章　汽车空调系统维护修理过程中的检测与调校

本章向读者介绍的内容是汽车空调维护修理前和过程中对空调系统或其零部件进行检测和调校的方法。其中一方面是为了查寻故障部位所在，故障的严重程度，以及在修复过程中查验该部位、该部件或该系统故障是否彻底排除。另一方面，看是否还存在隐患。应说明的是，该章进行的工作和故障维修好以后的性能检测有所不同，即本章是局部检测，而非对整个系统性能的检测。

1　汽车空调系统的检测与调校

1.1　红旗轿车汽车空调系统的检测和调校

红旗 CA360 型高级轿车空调制冷系统的检测与调校说明如下。

1. 压缩机的检测和调整

压缩机总成装配完毕后，应进行总成的密封试验，先将压缩机总成充以 2MPa 氮气，然后放在水盆内全部浸没，10min 内应无气泡溢出。再将它放置空气中 4h，压力亦应不变。压缩机的排气效率一般是在专门试验台上检测，进气若为大气压力时，排气压力达到 0.3MPa 的时间应不超过 60s。

压缩机必须经过严格检查，质量完全合格后方可装车。一般情况下，对于一套全新的制冷系统来说，压缩机加冷冻润滑油量应偏高些，约为 330 ~ 350cm^3，如果制冷系统没有全部更新，而仅是换一台压缩机，则加油量可减少 25cm^3。还应注意的是，加好润滑油的压缩机不可随意转动电磁离合器吸盘，以防止冷冻润滑油窜入气缸，从而被压入制冷系统。安装压缩机时，要注意安装位置，要使带轮槽与发动机相应的带轮槽平行，否则会加剧 V 带磨损。

2. 制冷系统检漏

制冷系统装完后，必须对制冷系统进行检漏。压缩机尾部有高压、低压两个接头，接头内均有气门芯。它们分别与压缩机的高、低压腔和制冷系统的高、低压部分相通。检漏时需将高压的氮气接到高压注液接头，在低压注液接头上接压力表（注液的管接头是特制的，它能将气门芯的单向阀顶开），然后缓慢注入氮气，直至压力为 1.50MPa 时为止，然后用肥皂水进行粗检，在每个接头处涂肥皂水，任何接头均不得有肥皂泡鼓起。粗检后，要进一步充 R—12，用检漏仪进行细检。由于 R—12 的饱和压力在室温时比较低（0.55 ~0.65MPa），所以应先充部分 R—12 后再充氮，使压力达到 1.5 ~2.0Pa，这样便于检漏。

检漏规范要求如下：压缩机前轴封处积累渗漏允许超过 0.4cm^3，其他任何部位都不得超过此值。另外压缩机油封和橡胶软管部分允许有轻微的泄漏，但其他部分不得有任何泄漏。检漏时，必须在空气流通的地方进行，因为挥发的制冷剂有毒。

3. 稳压试验

检漏合格后进行制冷系统的稳压试验。制冷系统充氮，使压力达到 1.4～1.5MPa，稳压 12h，表压下降不应大于 0.0053MPa。

4. 抽真空

制冷系统充 R—12 前，先抽真空。抽出制冷系统内的空气、水分，以提高整个制冷系统的纯净度。对系统的密封性要求是：制冷系统压力应稳定在 0.0960～0.0987MPa 范围之内，抽真空的时间不得少于 20min。

5. 充注 R—12

对制冷系统充注 R—12。上述检验合乎要求后，便应立即对制冷系统充注 R—12。制冷系统充注量应按各车型规定充注，如红旗 CA630 型高级轿车为 2.45～2.55g。当制冷剂充注量无法测量时，可以通过视液镜来观察。充注方法如下：抽真空后充 R—12 最可靠的是从高压端充入，并可按其规定数量一次灌入，灌入后便可开机运转。因为从高压端充入的 R—12 不会在开机后进入压缩机造成液击，比较安全。对于不能确定系统充入多少量的汽车空调，应先从高压端充入一部分，然后开机，再从低压端再充。在这种情况下，因开机后，高压端压力高于 R—12 容器内压力，R—12 不能充入，甚至充进系统的 R—12 也会跑入容器中，故开机后要由低压端充。从低压端充入的 R—12 首先是进入压缩机（高压端充 R—12 首先进入系统），因此，千万注意！这时应以容器阀门小开度的方法，进行 R—12 充注，否则，定会造成液击，损坏阀板，阀片等部件。充 R—12 时，应充一会儿后关闭阀门停止充注，观察运行情况，通过压力表、视液镜确定充入量是否合适，不足再继续充注。

6. 更换制冷系统总成

制冷系统拆检或更换总成时，拆下的接头应立即用工艺密封堵塞密封。拆检或更换总成时，如其他部分无泄漏现象，可以只对更换部位用肥皂水检漏，制冷系统稳压时间可为 6h。注意更换总成时应添加冷冻润滑油。拆检或更换总成后，制冷系统充注制冷剂前需抽真空 45min（即使真空度早已达到要求，也应照此进行）。

7. 压力检测

检测制冷系统的高、低侧压力：一般情况下，高压端接 3MPa 的压力表，低压端接 1MPa 或 1.5MPa 的压力表。用手将压力表与测量管路（一般用细铜管或细胶管）接头旋接起来，先不用扳手旋紧接头。测量管路另一端接压缩机的高、低压接头，顶开气门芯后，旋紧接头。因为压力表一端的接头没有旋紧，制冷剂由此冲出，这样管路中的空气就被排出，然后立即旋紧接头，以免制冷剂泄漏过多。

1.2　丰田系列轿车空调系统的检测和调校

1.2.1　一般汽车空调的供暖系统调整和检测

1. 控制钢索

控制钢索调整程序适用于花冠（Corolla）车型的方法：

1）进气风门钢索：把风门键靠在 FRESH 上的定位器上，然后用固定夹固定住钢索，如图 11-1 所示。

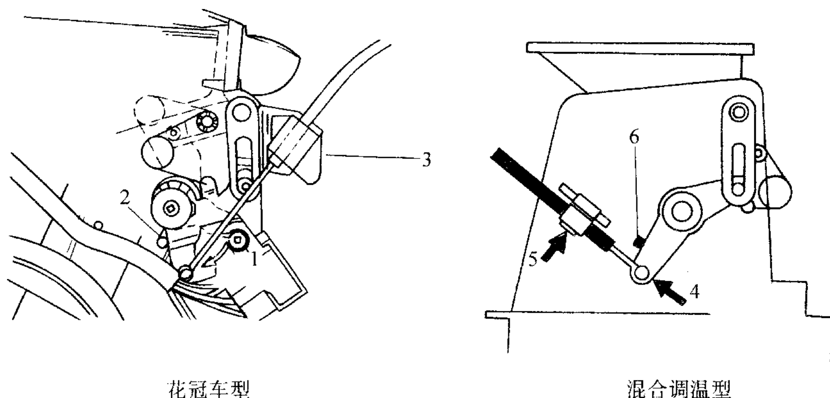


图 11-1　固定住进气风门钢索

1、4—拉臂　2、6—定位器　3、5—固定夹

2）把进气风门推到 RECIRC 的位置，然后用固定夹固定控制钢索。

3）功能选择风门钢索：把循环风门键靠在定位器上并推到通风（Vent）的位置，然后用固定夹固定住钢索。如图 11-2 所示。

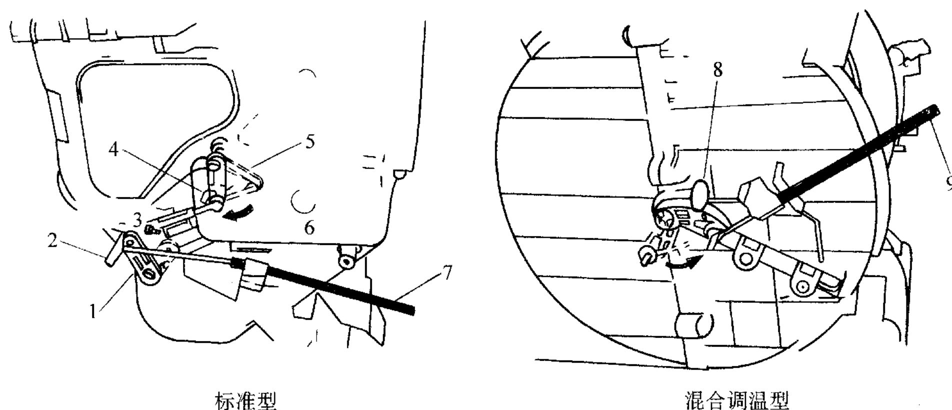


图 11-2　固定住功能选择风门钢索

1—低位键　2、4、8—定位器　3—热　5—高位键　6—通风　7、9—钢索

4）混合调温风门钢索：将通风键移至冷（Cool）的位置，然后用固定夹固定住该控制钢索。如图 11-3 所示。

5）热水开关钢索：将热水开关键移至冷（Cool）的位置；然后拉住钢索头，并用固定夹将其固定。注意，一定要将销子插入键孔中。如图 11-4 所示。

2. 调整系统的检测

1）送风开关（适用于各种车型）：先从调风键上卸下多用接头，然后用万用表进行电路检查，主要检查开关上不同位置终端点之间的连接是否已通。如果连接情况与图 11-5 和表 11-1 中所显示的不一样，就要更换调风开关。

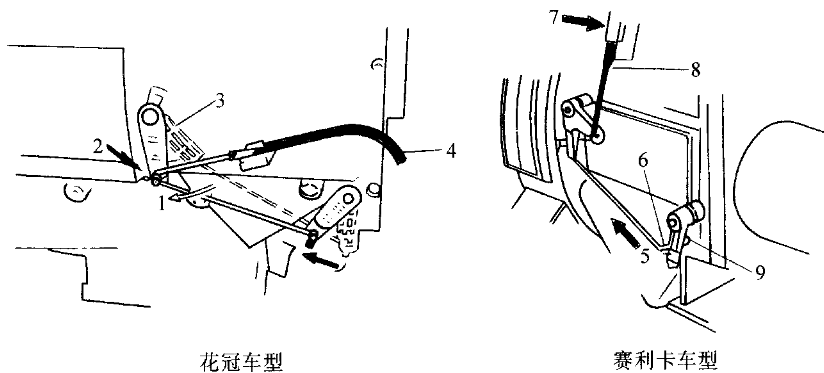


图 11-3　固定住混合调温风门钢索

1、5—冷　2、6—定位器　3、9—键　4、8—钢索　7—固定夹

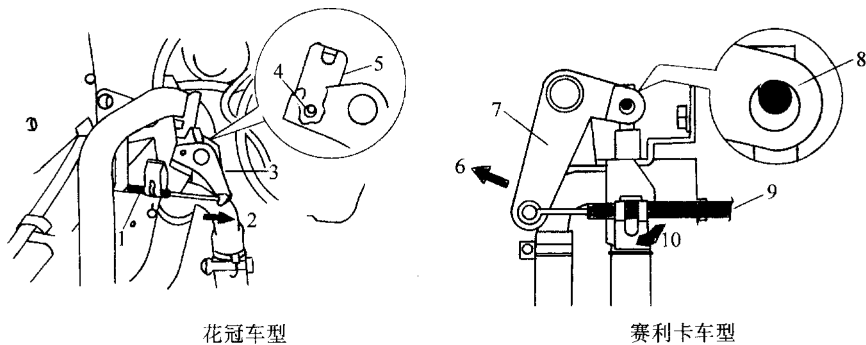


图 11-4　固定住热水开关钢索

1、9—钢索　2、8—销子　3、4、7—键　5、6—冷　10—固定夹

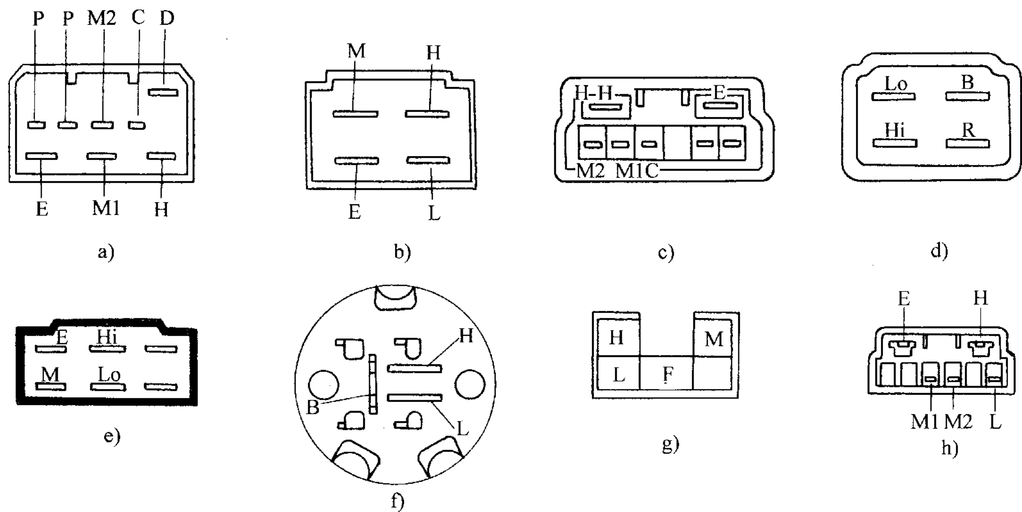


图 11-5　送风开关终端标志图

a）赛利卡型车　b）花环型车　c）雄鹰型车　d）陆地巡洋舰 FS40 型车

e）陆地巡洋舰 FJ55 型车　f）小星型车　g）客货两用轻型车　h）花冠型车

表 11-1 调风开关终端连接表

车型/开关档次位置	终端连接
赛利卡	
关（OFF） ·········	不通
一档 ·········	E 到 C
二档 ·········	E 到 C 和 M^1
三档 ·········	E 到 C、M^2 和 D
四档 ·········	E 到 C、H 和 D
花冠、特赛和陆地巡洋舰	
关（OFF） ·········	不通
一档 ·········	E 到 C
二档 ·········	E 到 C 和 M^1
三档 ·········	E 到 C 和 M^2
四档 ·········	E 到 C 和 H
花环、小星和客货两用轻型车	
关（OFF） ·········	不通
一档 ·········	E 到 L
二档 ·········	E 到 M
三档 ·········	E 到 H

2）送风电动机调速电阻：送风电动机调速电阻以及电阻导线接头被拆下后，要按照表 11-2 中所给的数据检查电阻值，如果电阻值与表中不一样，就需更换电阻。电阻终端标志如图 11-6 所示。

表 11-2 检测电阻值终端连接表

车型	终端	电阻值/Ω
赛利卡 ·········	H 到 M2 ·········	0.40
	M1 到 M2 ·········	1.10
	M1 到 L ·········	1.50
	L 到 H ·········	3.50
花冠 ·········	L 到 M1 ·········	1.37
	M1 到 M2 ·········	0.53
	M2 到 H ·········	0.20
花环 ·········	B 到 H ·········	2.00
	H 到 M ·········	1.10
	H 到 L ·········	2.10
雄鹰 ·········	H 到 M2 ·········	0.34
	H 到 M1 ·········	0.86
	H 到 L_O ·········	2.00
小星 ·········	M 到 H ·········	1.00
客货两用轻型车 ·········	M 到 L ·········	2.00

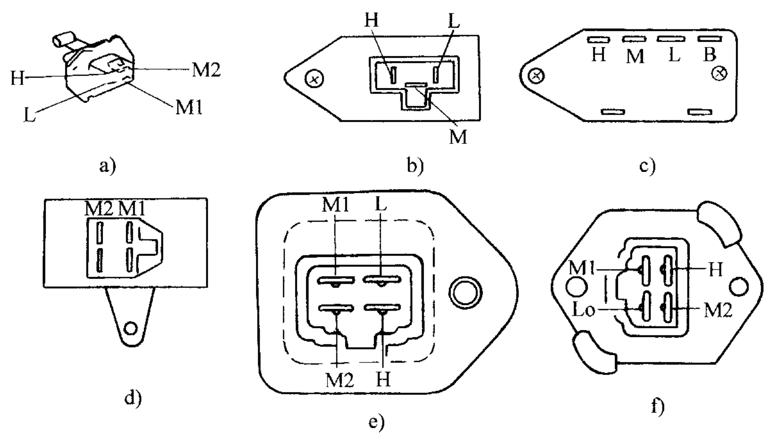


图 11-6　检测电阻值终端标志图（不包括陆地巡洋舰型车）

a）赛利卡型车　b）小星型车　c）花环型车

d）雄鹰型车　e）客货两用轻型车　f）花冠型车

1.2.2　手动控制空调/供暖系统部件的调整方法

1. 怠速稳定放大器调整

怠速稳定放大器上有两个调整螺钉，如图 11-7 所示，一个用来调整压缩机通、断时发动机的转速，另一个用来调整恒温器的恒温电阻。

2. 调整转速

调整压缩机通、断时发动机的转速时，顺时针转动放大器上的旋钮可以减少发动机的转速，而逆时针转动则会增加发动机的转速。起动转速 720 ~ 800r/min，切断转速 600 ~ 700r/min。

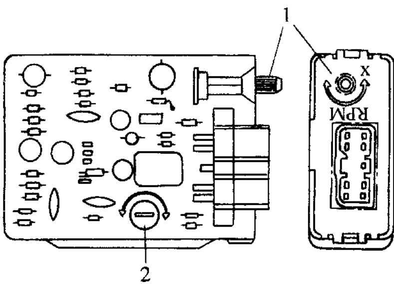


图 11-7　怠速稳定放大器调整螺钉位置示意图

1—切断发动机转速电阻器

2—调整温度电阻器

3. 调整恒温器温度

顺时针转动调整螺钉使温度降低，而逆时针转动时使温度上升。离合器的啮合与不啮合也应该与下列调整值相一致。

温度循环调整参数

接通电阻值：3200 ~ 3700Ω。

切断电阻值：4000 ~ 4300Ω。

恒温器调整范围

最大制冷：0℃。

最小制冷：15℃。

需要注意：控制钢索的调整方法同前。

1.2.3　手动控制空调/供暖系统部件的检测方法

1. 空调开关（花冠车型、花环车型）

先拆去蓄电池，拆下空调盖板，然后拔下空调开关，再拆去上面的接头，最后进行线端

通断试验。

2. 热敏电阻器

1）拆去蓄电池，并拆去仪表板下端装饰板和工具箱，然后从空调线上拆去热敏电阻的双孔接头。

2）用万用表（电阻档）检测热敏电阻的电阻值，如图 11-8 所示，同时测量车内的温度。

3）调节车内的温度，并继续测量电阻值，然后对照下边的图表，如图 11-9 和图 11-10所示。如果测量的结果不在所规定的范围之内，就需更换热敏电阻器。

需要注意的是，进行测量时，不要把热敏电阻器从蒸发器上拆下来。

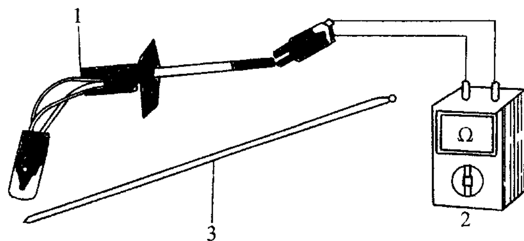


图 11-8　检测热敏电阻值的方法示意图
1—热敏电阻器　2—万用表　3—温度计

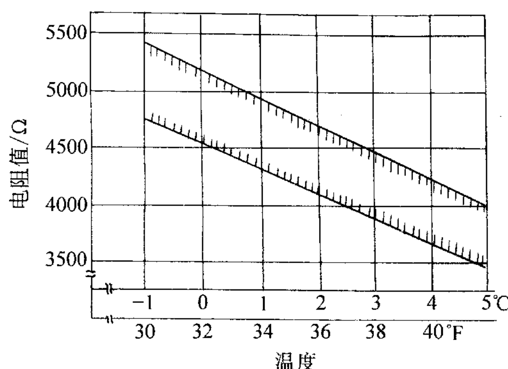


图 11-9　热敏电阻器电阻值曲线图表
（克雷西达型车不包括在内）

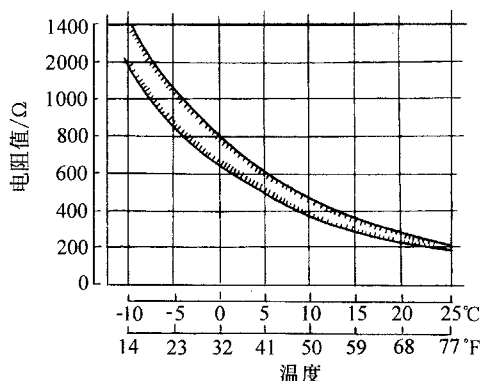


图 11-10　热敏电阻器电阻值曲线图表
（克雷西达型车）

3. 温度控制电阻器（客货两用轻型汽车）

1）拆去蓄电池，并拆下控制板盖（以便于测量恒温器电阻值），然后拆去恒温器接头。

2）让恒温器开始工作，接上万用表（电阻档），然后测量电阻值。测量时，电阻值应该在所规定的范围之内。

4. 怠速稳定放大器

1）让空调系统开始工作，并根据发动机的转速和排气孔空气的温度，测量压缩机和离合器的接通关闭点。

2）如果空调系统运转没有达到规定的标准，就需对放大器进行调整；如果调整后还没有达到标准，就需更换放大器。

5. 电气式真空通道控制阀（适用于各种车型）

1）让阀体保留原位，从阀两侧的附件上拆下真空接头，并让气流通过附件 A，然后关闭空调，只让发动机转动，这时气流应该从附件 A 进，从附件 B 出。如图 11-11 所示。这时，空气孔应该无气流流出。

2）打开空调，让气流通过附件 A。这时气流应该从 A 进，从空气孔出来，而不应该从

附件 B 出来。

3）用万用表（电阻档）测量阀体上的每一个线端和阀体是否短路，另外还需测量两线端之间的电阻值。即在20℃的条件下，电阻值应该达到 38 ~43Ω。

4）把万用表电流档与蓄电池和阀上的导线串联在一起，并打开空调开关，这时的电流值应该低于 0. 25A。

6. 压力开关

1）接上歧管压力表，检测制冷剂的压力。如果高压超过 1. 73kgf/cm^2，压力开关就可以继续向压缩机输送电流；如果没有达到这个标准，要按下面的方法进行试验。

2）拆下工具箱，并拆去压力开关上的导线，然后用万用表（电阻档）对线端之间进行测试。这时万用表（电阻档）上的读数应该是 0Ω，若否，便要更换开关。

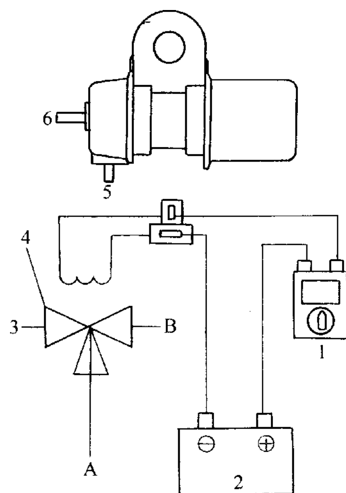


图 11-11　测试电气真空通道控制阀的方法示意图

1—万用表　2—蓄电池　3—大气
4—电气直空通道控制阀
5—到化油器　6—从真空源

1. 2. 4　自动控制空调/供暖系统部件的调整方法

1. 混合空气风门连杆的调整方法

1）拆下中间的托架和烟灰缸（超越车型）或仪表板下端托架，然后松动连杆固定在混合空气风门上的调整螺钉（超越车型），或从固定夹上拆去连杆，如图 11-12 所示。

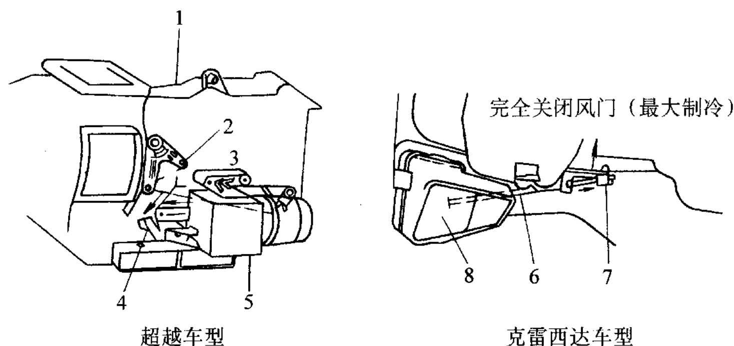


图 11-12　混合空气风门连杆调整方法

1—加热器外壳　2—橡胶盖　3、7—连杆　4—调整螺钉
5—加力制动器　6—固定夹　8—加热器

2）从加力制动器双向真空阀上拆去真空软管（这样可以释放出真空驱动器内的真空压力），然后让加力制动器活动杆完全伸展开（处在最大供暖的位置）。

3）把混合空气风门调整到全面制冷的位置，并拧紧连杆上的调整螺钉，或用固定夹重新夹住连杆。

4）向真空驱动器输送 30cmHg 量值的真空量（用真空表监测），这样就可以保证混合空气风门处在全面供暖的位置，然后接上真空软管，再安装上中间的托架和烟灰缸（超越型车），或仪表板下端托架（克雷西达车型）。

2. 加力制动器的调整方法

1）拆下工具箱和仪表板下端托架，并拆下制动器上的“正常”接头，然后再把它接在“检查”接头上。

2）把送风电动机调到自动的位置，功能选择键调到送风电动机的位置，并把温度控制键调到 77 的位置，然后检查一下加力制动器活动杆上的白色线是否与橘红色标志连在一起。如图 11-13 所示。若不是，则还需进行下面的调整。

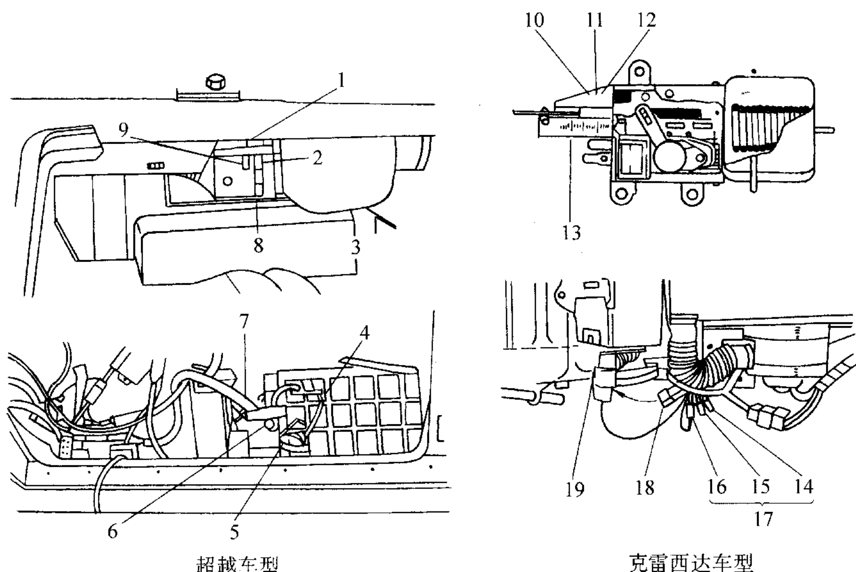


图 11-13　加力制动器活动杆标志及调整线端位置示意图

1、13—白色线　2、12、15—白色标志　3—加力制动器　4—橘红色线端　5—白色线端　6—试验接头　7—红色线端　8、11、16—橘红色标志　9、10、14—红色标志　17—调整线端　18—正常接头　19—检查接头

3）如果白色线与红色线标志接在一起了，就要把调整线端的接头接在红色线端上，如果白色线与白色标志接在一起了，就要把调整线端与白色线端相接。

4）如果白色线与橘红色标志连接在一起了，这时调整线端就应该与橘红色线端相连。

1.2.5　自动控制空调/供暖系统部件的检测方法

1. 真空管道检查和试验的方法

1）拆下工具箱和烟灰缸（超越车型），或仪表板下端托架（克雷西达车型），然后把温度控制键调至 77 的位置。

2）起动发动机，并让它怠速运转，然后把进气键调到新鲜空气的位置，功能选择键调到送风的位置，再把送风电动机调到自动的位置。

3）打开空调开关，然后观察加力制动器活动杆运动的情况（必须观察 1～2min），这时活动杆不应该运动。如果活动杆还在运动，就要检查真空管道是否有泄漏之处。

2. 加力制动器检查和试验的方法

1）把接头连接在“检查”接头上，如图 11-14 所示。并让发动机怠速运转，然后把发

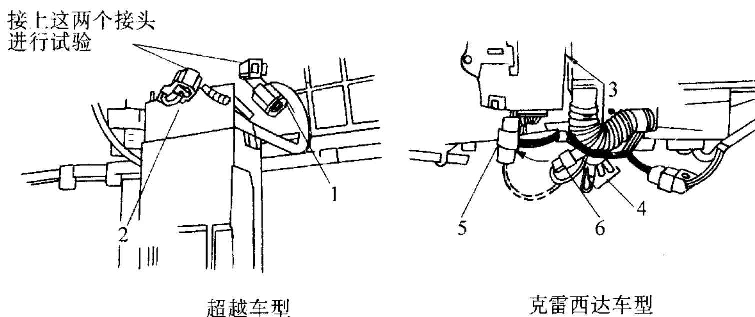


图 11-14　试验接头和检查接头位置示意图

1、6—正常接头　2—蓝色检查接头　3—放大器　4—调整线端　5—检查接头

动机调到自动的位置上，把功能选择键调到送风电动机的位置，再把进气键调到新鲜空气的位置，最后把温度控制键调到 77 的位置。

2）移动温度控制键，检查送风机的速度：

① 当温度控制键调到 70 的位置时，送风机的速度应该有五个档位的变化。

② 当温度控制键调到 85 的位置时，送风机的速度应该有四个档位的变化。

3）下面移动温度控制键，检查热水阀的运转情况：

① 当键被调到最左端的位置时，热水阀应关闭。

② 当键被调到 75 或 75 以上的位置上，热水阀应打开。

4）检查一下加力制动器的活动杆在进行全范围的运动时是否平稳。

5）如果上述的检查结果不符合所规定的标准，就需检查电接头和真空接头，如果有必要的话还要更换热水阀，或者还有其他的问题无法查出来，就要更换加力制动器。

3. 温度传感器线路检查和试验的方法

如果温度传感器线路出现了断路，系统就会处于最大供暖的状态；如果线路出现了短路，系统就会处于最大制冷的状态。下一步便要检查一下车内温度传感器是否正在吸入空气，并检查温度传感器的电阻。

4. 变阻器检查和试验的方法

如果变阻器电路出现了断路，系统就会处于最大制冷的状态，如果电路出现了短路，系统就会处于最大供暖的状态。

1）当温度控制键调到 77 的位置时，变阻器的电阻值应该是 1450 ~ 1550Ω。

2）如果需要换变阻器，在安装之前要拧动变阻器上的调整螺钉，并把电阻值调整到 1500Ω。

5. 双向真空阀检查和试验的方法（超越型汽车）

1）拆去双向真空阀上的真空管道，并向真空阀接头的线端“+”极输送 12V 电压，然后把跨接线与接地线端 T1 相连，从下面向附件 B 里送风，最后空气应该从附件 C 排出，如图 11-15 所示。

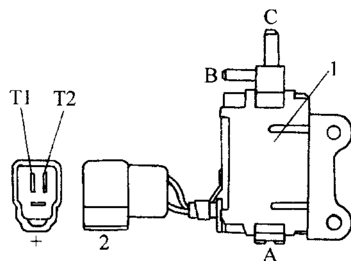


图 11-15　双向真空阀检查和试验

1—双向真空阀　2—＋接头

2）向线端“+”极和接地线端 T2 输送 12V 电压，并向附件 B 送风，这时空气应该从附件 A 空气孔里面排出，

附件 C 空气孔应无空气排出。

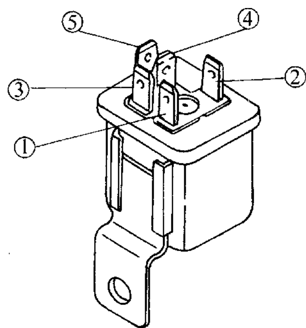
3）切断 12V 电压的输送，这时任何空气孔之间不应该有空气流动。

2 汽车空调系统零部件的检测与调校

2.1 汽车空调继电器的检测与调校

拆卸前侧继电器时，先拆下蓄电池接地线，而后拆下电气配线接线（接线插头），再从送风机装置上拆下继电器。如图 11-16 所示，接头①②一般为继电器控制线圈，③④一般为开关触点，大多数空调上都是这样标注。若①②……标注不清楚，可用万用表测量。①、②是常通，并有直流电阻，因此很容易确定。③⑤亦是通的，但无电阻，对①②通入 12V 直流电，开关即可动作，这样①②③④⑤即可区分开。①②不通或接上 12V 直流电开关不动作，或③⑤不通，则继电器应修理或更换。

后侧继电器为 4 接头继电器，检测方法同前侧继电器，如图 11-17 所示，检查确认接头①和②之间是否接通。在接头①和②加上 12V 电压，检查接头③和④之间是否接通。如有失灵、损坏，应进行更换。



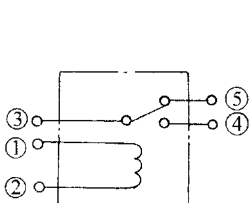
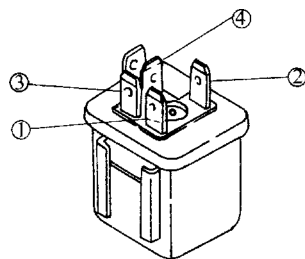


图 11-16 马自达汽车空调前侧继电器



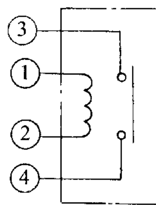


图 11-17 马自达汽车空调后侧继电器

2.2 汽车空调制冷系统过热保护装置的检测调校

汽车空调制冷系统过热保护装置（过热开关）一般有两种安装位置，一种装在压缩机缸盖上，其功能是使电磁离合器电源中断，以停止压缩机运转；另一种是装在蒸发器出口管路上（如日产汽车空调制冷系统的过热保护装置），其功能是当制冷系统出现制冷剂泄漏时，接通泄漏报警灯。这两种不同安装位置的过热保护装置，都是为了避免由于缺少冷冻润滑油和制冷剂造成压缩机的过热而损坏。以日产汽车空调制冷系统上用的过热保护装置为例，它由温度传感器、膜片、触头等元件组成。当制冷剂温度升高到一定值时，膜片上的介质蒸发压力使膜片上移，推动螺钉，带动动触头与静触头接触，这时过热保护装置接通，并且在过热保护装置后面还串接一个过热时间继电器。在持续过热一定时间后（而不是瞬时过热），泄漏报警灯才点亮，提醒驾驶人注意。

过热保护装置的检查，应从如下几方面入手：

1）检查泄漏报警灯：打开点火开关至 ON 位置，发动机这时不起动，用喷洒制冷剂等

方法使泄漏报警灯亮，然后再起动发动机，如果制冷剂无泄漏，泄漏报警灯应该不亮。

2）检查过热保护装置：先将温度传感器浸到放满冷水的容器中，然后改变水温，水温增加到 24.5～30.5℃，开关应处开启状态；水温降到 11.5℃，开关应处关闭状态。检查时务必注意，不要将过热保护装置浸到水中。若不符合要求，则说明过热保护装置有故障，应调整或更换。

3）检查过热时间继电器：按图 11-18 在回路中接入一只试灯，当过热保护装置处于关闭状态时，灯应不亮；而处于开启状态时，接通 60s 后灯应亮，否则过热时间继电器有故障，需调整或更换。

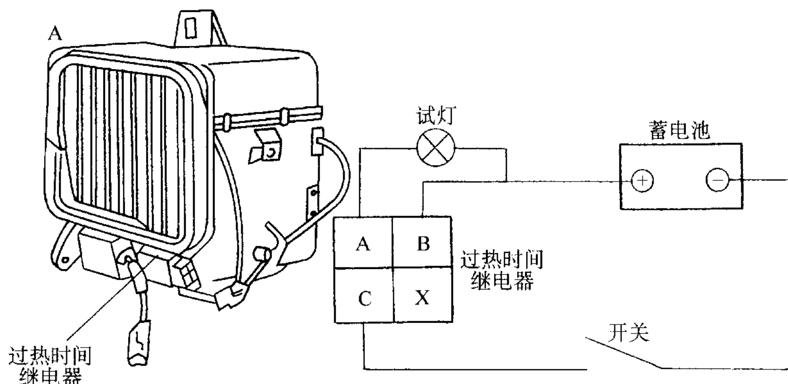


图 11-18　过热保护装置检查接线图

2.3　汽车空调制冷系统膨胀阀的检测和调校

在拆卸膨胀阀前，应先在车上检查。检查时，把压力表与压缩机相连，并保持发动机在中、高速情况下运转，这时观察压力表低压表的读数，如低于 0.049MPa，表明膨胀阀有如下故障：出口处有水分冻结或脏物堵塞小滤网，或感温包漏气。此时还应检查膨胀阀和干燥过滤器有无其他故障，必要时予以更换。如低压表读数值高于 0.49MPa，表示膨胀阀本身故障或感温包固定不紧，此时则应固定好感温包或更换膨胀阀。

膨胀阀的调整是通过调整调节杆或调节螺钉，以对弹簧的弹簧力进行调整，达到调整过热度大小的目的，以适应制冷工况的需要。当调节使弹簧压力增加时，会使波纹膜片上移而减小阀门开度，蒸发压力就会逐渐下降；反之，调节使弹簧压力减小（反向旋转调节杆），会使波纹膜片下移而增大阀门开度，这样蒸发压力就会上升。

当然也可根据制冷剂沸腾时的压力调整膨胀阀。按此方法调整时，既可对膨胀阀单独进行调整，也可以将其连接在完整的制冷系统中进行调整。当在车上进行调整时，其顺序如下：在膨胀阀出口端接压力表，压力 1MPa 时，起动发动机，使制冷系统工作，将感温包分别浸在盛着不同温度的水的容器里，如图 11-19 所示，当制冷系统运转稳定后，分别读出压力表的相应指示值，与此同时用温度计测量水温，将两个实测值与该车空调说明书上的膨胀阀调整曲线进行比较，如交叉点位于两曲线之间，说明膨胀阀工作正常，否则需重新调整或更换，图 11-20 为红旗 CA630 轿车空调膨胀阀调整曲线。实际调整时，可将冰与冰水同时放于保温瓶里，使之在测试的一段时间内能稳定在 0℃，这时膨胀阀出口处的低压若为（0.165 ± 0.015）MPa，方为正常，这个结果与曲线也相符合。

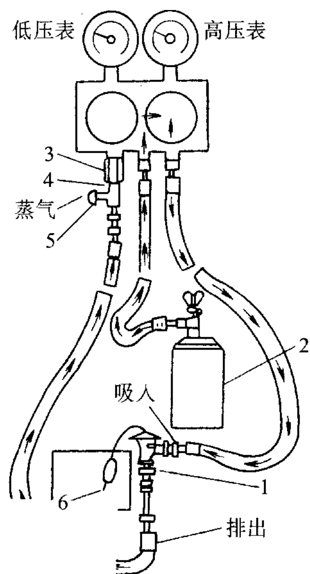


图 11-19 膨胀阀的检查调整方法
1—膨胀阀 2—制冷剂罐 3—螺纹活接头
4—活三通接头 5—接头盖 6—感温包

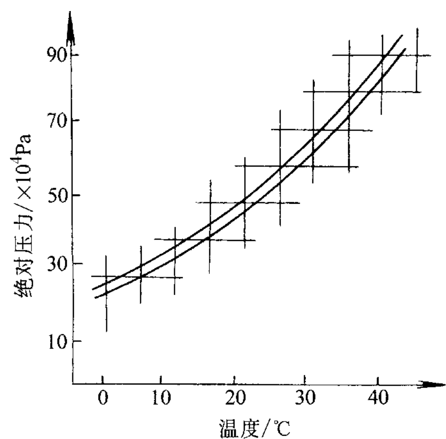


图 11-20 红旗 CA630 轿车空调膨胀阀调整曲线

2.4 恒温开关的检测和调校

当需要对恒温开关进行调整时，必须先做外观检查，以确定该恒温开关是否有调整螺钉。因各种恒温开关触头的通、断之间的温度范围都是可调的，有些型号恒温开关有一个可拆卸的纤维盖板，盖板下部有一个调整螺钉。如果没有调整螺钉，应按下述方式调整。

各种型号的恒温开关，不管是否有调整螺钉，其弹簧张力和触头间距都是可变的。这样便可通过转动凸轮来增加或减少弹簧张力，以进行蒸发器温度的调整。转动凸轮有两种方法：一种是靠转动装有旋钮的凸轮轴；另一种是利用拉索机构。对于可调的恒温开关，其调整步骤如下：

1）把各压力表和制冷系统相连接，先调整空调控制器至最大制冷量位置，然后起动发动机，运行 10～15min，将转速稳定在 1500～1750r/min。

2）按规定（在制冷系统内制冷剂达到额定重量条件下）读高压侧压力表，这时读出的数值应和表 11-3 中所列的值接近。

表 11-3 蒸发器温度、压力关系

蒸发器压力/MPa	蒸发器温度/℃	高压表读数/MPa	环境温度/℃
0	-29.4	0.309	-6.6
0.0039	-28.8	0.377	-1.1
0.0157	-26.1	0.497	4.4
0.0309	-23.3	0.590	10.0
0.042	-20.5	0.720	15.5
0.063	-17.7	0.864	21.1
0.080	-15.0	0.960	23.9

（续）

蒸发器压力/MPa	蒸发器温度/℃	高压表读数/MPa	环境温度/℃
0.1	−12.2	1.098	26.6
0.117	−9.4	1.269	32.2
0.144	−6.6	1.338	35.0
0.154	−5.5	1.509	37.7
0.164	−4.4	1.646	40.5
0.173	−3.3	1.784	43.3
0.184	−2.2	1.887	46.1
0.195	−1.1	1.989	48.8
0.254	4.4	2.092	51.6
0.319	10.0	2.230	54.5
0.395	15.5	—	—
0.480	21.1	—	—
0.576	26.6	—	—
0.683	32.2	—	—
0.802	37.7	—	—
0.933	43.3	—	—
1.077	48.8	—	—
1.228	54.4	—	—

注：所指条件相当于车速 48km/h 和发动机 1750r/min。

3）检查视液镜有无气泡，并读低压侧压力表，以观察恒温开关的运行状况。在制冷系统稳定运行 10～15min 后，此读数值为 0.184～0.1MPa。应注意的是，蒸发器在高、低压读数间化霜时，恒温开关应将压缩机电磁离合器断开。如果恒温开关不能使电磁离合器再次吸合，应把温控器移向暖的位置，以检查恒温开关触点的断开距离是否适当，否则应予调整。

4）在触点闭合前的瞬间，应记下所达到的压力数值，在触点从断开到再闭合时压力值的变化应从 0.18MPa 升高到 0.22MPa。恒温开关的检查不能少于 3 次，以确定运行状况是否前后一致。需要指出的是，恒温开关一般是和蒸发器装在同一壳体内。

5）拆除至恒温开关通道上的零件，打开至调整螺钉的通道，逆时针方向转动调整螺钉，便是减少触点间距离，减小触点断开压力；顺时针旋转调整螺钉，增加触点距离，也就增加了触点的断开压力。注意：在高湿度地区，则要求触点断开压力要高于平均湿度时对应的压力。例如，在沿海地区，触点断开压力不能低于 0.17～0.18MPa，否则蒸发器上就要结冰。在干燥地区，湿度很低，可以允许把恒温开关调整到约 0.01～0.11MPa 时触点断开，蒸发器也不会结冰。

6）检查恒温开关的运行状况，观察经过调整后的制冷循环是否正常，如果制冷循环不稳定而且几次调整的显示值不一，则应更换恒温开关。

2.5　热敏电阻的调校

检查热敏电阻时，将它从空调上卸下，放入冷水中，如图 11-21 所示。在改变水的温度时，测量其接头的电阻。根据该车型空调说明书提供的热敏电阻与温度变化特性曲线，检查温度和电阻的交点是否落在曲线阴影范围内。如果没有，就要更换热敏电阻。

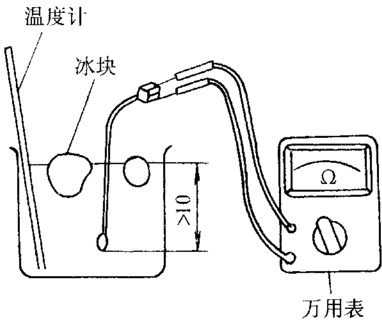


图 11-21　热敏电阻检查方法

2.6 汽车空调制冷系统怠速稳定放大器的检测和调校

怠速稳定放大器主要用于丰田等车型。压缩机的电磁离合器线圈能否工作，直接与放大器有关，放大器多数装在驾驶室仪表板装饰板下的蒸发器附近。检查时应起动发动机，开动空调制冷系统，先用发动机转速表测量发动机转速，然后检测电路的工作点是否符合规定：当压缩机与电磁离合器接通时，发动机转速应是1000r/min左右；压缩机与电磁离合器断开时，发动机转速应是700r/min左右。如此时控制点过高，应朝顺时针方向拧动放大器的调整螺钉；反之，则逆时针方向拧动调整螺钉。若拧动调整螺钉时，发动机的控制转速不发生变化，则应更换稳定放大器。

如发现汽车空调制冷系统不工作，此时可先拔掉放大器与压缩机电磁线圈之间的接头，并用万用表测试线圈电阻值是否正常，或断续接通车上电源看其是否工作（不能持续输入车上电源，因为线圈若短路，时间一长就会烧坏放大器）。当确定电磁线圈没有故障后，再检查放大器有无电源输出，如有同规格放大器最好先换上试一试。检查放大器则应先检查放大器的输出继电器线圈和触头，然后再根据线路图检查各晶体管和各部件是否正常，如放大器无法修复则应更换。

2.7 汽车空调系统真空制冷系统真空转换阀的检测和调校

真空转换阀是一种由电磁控制的三通气阀。检查时应先拆去导线和真空管，用吹气方法检查如图11-22所示的管A与管B，及管A与大气间的通气性能。在断路状态下，管A与管B处于通路状态，而管A与大气不通；当电磁机构接通电源后，管A与管B应不通，管A与大气也不通，此时方属正常。另外，电磁机构的电流值不得大于0.25A。如果不正常应更换真空转换阀。

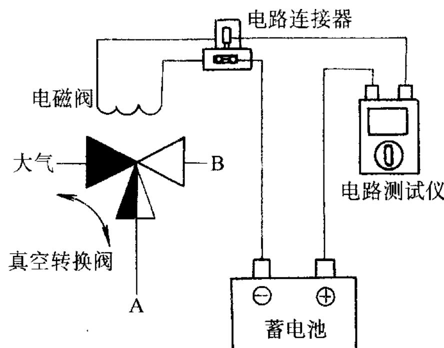


图11-22 真空转换阀的检查

3 汽车空调控制系统钢索的调整

3.1 供暖系统钢索的调整方法

3.1.1 温度控制钢索

1. 奥迪100型汽车温度控制钢索的调整方法

调整时，应先钩住内钢索把它挂在控制键上，并把外钢索全部推进止动器里，用弹簧夹固定，然后把控制键向左送至键槽的尽头。接着关闭热水控制阀（在发动机室内），并钩住钢索把它挂在控制阀键上，然后用弹簧夹固定，再检查运转情况。最后要检查一下控制键在键槽尽头的间隙是否达到1~2mm。

2. 奥迪200型汽车温度控制钢索的调整方法

调整时，先放下控制仪表板，并拧下上面的四个固定螺钉，揭去上面的盖，然后把钢索

穿进键导轨里。重新盖上盖，并把钢索外壳推进控制仪表板槽内（要尽可能地向里推），用弹簧夹夹紧，然后把调温键送至 Cool（冷）的位置，最后用固定夹把外钢索固定在加热器护罩上，并把它与加热器簧片连接在一起，如图 11-23 所示。

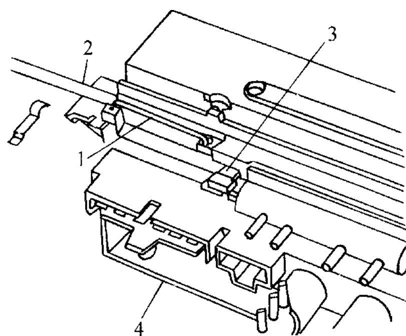


图 11-23　奥迪 200 型汽车调温控制钢索图
1—内钢索　2—钢索外壳
3—键导轨　4—控制仪表板

3.1.2　加热器控制钢索

以奥迪 100 型汽车加热器控制钢索为例。调整时，先钩住内钢索把它挂在控制键上，并把钢索外壳向上推，把它靠在止动器上，然后用弹簧夹固定住。下一步要尽可能地向右推控制键，并钩住内钢索把它挂在控制簧片上，然后关闭簧片，把钢索外壳固定在加热器上。最后要检查一下控制键在键槽尽头的间隙是否达到 1～2mm。

3.1.3　除霜与送风钢索

以奥迪 100 型汽车除霜与送风钢索为例。调整时，先钩住内钢索把它挂在控制键上，并把钢索外壳向上推，把它靠在止动器上，然后用弹簧夹固定。下面要把控制键推到 Def（除霜）的位置上，然后再关上启闭簧片，并用固定夹把钢索固定在加热器上。最后要检查一下控制键在键槽末端的间隙是否达到 1～2mm。

3.2　手动调节空调系统钢索及开关的调整方法

3.2.1　地板送风钢索

1）把内钢索挂在控制键上，并推动外钢索，直到推不动为止，然后用固定夹固定住。
2）把钢索挂在地板固定送风门上，并把键推到中间的位置，然后关上送风门。
3）用固定夹固定住钢索。

3.2.2　除霜送风钢索

1）把内钢索挂在控制键上，并推动外钢索，直到推不动为止，然后用固定夹固定住。
2）把钢索挂在除霜门上，并把键推到除霜（Def）的位置，然后关闭除霜门。

3.2.3　调温钢索

1）把内钢索挂在控制键上，并推动外钢索，直到推不动为止，然后用固定夹固定住。
2）把键推到左侧的键槽里，并拆下热水阀上的钢索固定夹。
3）推动钢索外壳，直到热水阀完全关闭，然后重新安上钢索固定夹。

3.2.4　恒温开关

1）松动开关上的两个调整螺钉，并把调温键推到极左侧，然后夹住开关导轨（附在开

关轴上）。

2）顺时针转动开关，直到转不动为止。然后拧紧螺钉。如图 11-24 所示。

3.2.5 微动开关

1）松动微动开关上的调整螺钉，并把调温键中间槽口的右侧推动 2mm。

2）逆时针转动开关，直到到位，然后拧紧调整螺钉。如图 11-25 所示。

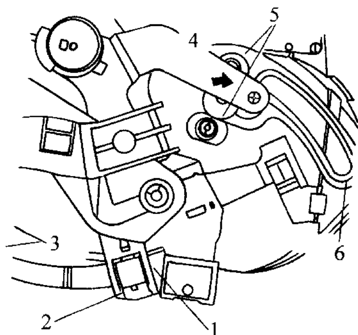


图 11-24 恒温开关的调整方法示意图
1—止动器 2—调温键 3—槽口
4—旋转开关 5—调整螺钉 6—开关导轨

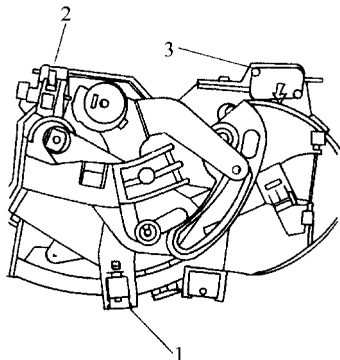


图 11-25 微动开关的调整方法示意图
1—调温键 2—真空孔 3—调整螺钉

4 奔驰系列轿车汽车空调系统的检测与调校

4.1 阀门及钢索的调整方法

4.1.1 控制阀

1）如果控制装置处于关闭（OFF）的位置时，暖风仍然不断地从加热器里送出，便需检查阀门。检查时先从加热器控制阀上拆去控制钢索，然后往回推动旋转滑阀，关上控制阀。

2）如果空气还在不断地向外送出（发动机正在运转，但加热器已经关闭了），说明控制阀发生泄漏故障，这时必须更换控制阀。如果空气已经停止向外送出，就要把左侧的加热器控制钮转到关闭（OFF）的位置，调整钢索。最后向后推动加热器热水阀上的旋转滑阀，把它关闭。

3）用呆扳手套在钢索端附近的四方形螺栓头上，然后根据需要调整（缩短或加长）钢索。需要注意的是，钢索端上的螺旋扣不要向上拧得太多，以免车子行驶途中，振动使绷紧的钢索拉开控制阀门，造成失控现象。

进行上述调整时，可参见图 11-26 和图 11-27。

4.1.2 控制钢索

1）把加热器左侧控制钮调到关闭（OFF）的位置，然后向后推动加热器热水阀上的回

转滑阀，把它关上。

2）用呆扳手套在钢索端附近的四方形螺栓头上，然后根据需要调整（缩短或加长）钢索。

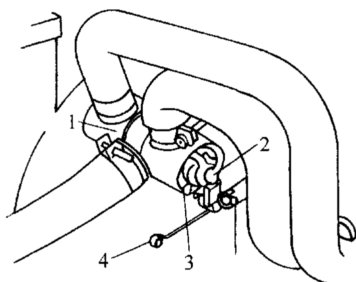


图 11-26　奔驰 240D 型车热水阀的调整方法示意图

1—热水阀　2—旋转滑阀　3—六角头螺母　4—钢索

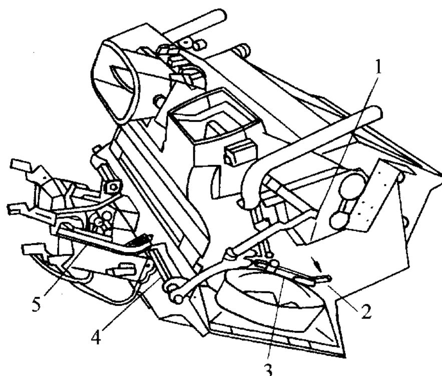


图 11-27　奔驰 240D 型车控制键与气门连销装置正面示意图

1—供暖风门键　2—调整螺母　3—连杆　4—操纵杆（起动杆）　5—控制键

4.2　空调/供暖系统部件的检测

4.2.1　低压安全开关（压缩机离合器不要吸合）

1）起动发动机，并打开空调，然后让导线与开关相连，此时检查开关两个接线柱的电压。

2）如果存在电压，说明压缩机离合器电磁线圈或离合器导线有故障；如果只是一侧接线柱存在电压，说明系统内部制冷剂不足或开关失灵。

3）检查制冷剂液面高度时，要拆去开关上的导线，并把导线连接在一起，然后让系统运转几分钟，再检查视液镜玻璃窗。

4）如果液面泡沫过多，说明制冷剂不足；如果液面清晰，说明开关出现了故障。

5）关闭点火开关，并拆去开关上的插头，然后把万用表连接在开关的接线柱上。

6）把保养计量仪表气门完全打开，慢慢地排出制冷剂。然后在压力大约为 1.62kg · f/cm^2 的情况下，万用表的指针应指向∞，若不是这样，说明开关有故障。

需要注意的是，更换开关时，需把系统内的制冷剂排干净方可进行。

4.2.2　制冷剂温度开关

1）拆去开关上的插头，并拧下开关固定在储液干燥器上的螺钉，然后拆下开关（不需排出制冷剂）。

2）打开点火开关，并用一根跨接线把开关上的接头连接在一起。这时如果附加风扇开始运转，说明开关有故障；如果风扇没有运转，那就说明风扇的外接电路或风扇内的电路出现了故障。

3）把导线重新接到开关上，并把开关的传感元件浸入到盛有62℃热水的容器里，这时如果附加风扇仍然不运转，说明开关出现了故障。

4.3 空调自动控制/供暖系统部件检测

4.3.1 系统总体检查和试验的方法

下列的试验程序表明在各种运转的条件下，系统特有的功能。需要注意的是，试验之前要先起动发动机。

1）温度选择轮在2的位置，按下关闭键。送风电动机在自动的位置。

这时加热器热水阀，压缩机，主空气风门和送风电动机均关闭。

2）温度选择轮在72的位置，按下经济键或供暖键，送风电动机应在自动的位置。

这时温度选择轮刻度盘应慢慢地转动至接近72，直到“重叠”出现（地板排气孔和中间排气孔都会打开）；每当冷却液温度超过25℃，加热器热水阀就会运转4～5s；压缩机打开（供暖）；主空气风门打开；大约10s以后，送风电动机开始转动；附加水泵也会打开。

3）温度选择轮在最大制冷位置时，按下最大制冷/供暖键，送风电动机在自动的位置。

这时加热器热水阀和附加水泵都会关闭；车内温度超过4℃时，压缩机会运行；主空气风门处在循环的位置（80%为循环空气）；送风电动机的速度接近高速。

4）温度选择轮在最大制冷的位置，按下经济键，送风电动机在自动的位置。

这时加热器热水阀和附加水泵都会关闭；压缩机关闭；主空气风门打开；送风电动机接近高速运转。

5）温度选择轮在最大制冷位置，按下暖风键，送风电动机在低速的位置上。

外来空气口这时打开；加热器热水阀和附加水泵都会关闭；主空气门处在循环的位置；送风电动机低速运转。

6）温度选择轮转在72位置，按下暖风键，送风电动机在自动的位置。

这时温度选择轮刻度盘慢慢地移动，直到地板风门和中间的排气孔都打开；略等一会儿，送风电动机会以接近最低的转速运转；热水阀约运转4～5s；压缩机运转；主空气风门打开和附加水泵运行。

7）温度选择轮在72的位置，按下经济键，送风电动机在自动的位置。

这时送风电动机上升一档转速；热水阀每4～5s运转一次；压缩机关闭；主空气风门打开，附加水泵运转。

8）温度选择轮在72的位置，按下经济键，送风电动机处在高速的位置。

这时送风电动机高速运转；热水阀每4～5min运转一次；压缩机关闭；主空气风门打开，附加水泵运行。

9）温度选择轮在最大供暖的位置，按下暖风键，送风电动机在自动的位置。

这时热水阀，附加水泵和压缩机都会打开；送风电动机接近高速运转；中间的排气孔关闭。

10）温度选择轮在最大制冷的位置，按下最大制冷/供暖键，送风电动机处在高速的位置。

这时空气应该立刻从中间的排气孔排出；外来空气口打开。

11）温度选择轮在 72 的位置，按下关闭键，送风电动机在自动的位置。

这时热水阀、附加水泵、主空气风门，送风电动机和压缩机都会关闭。

12）温度选择轮在最大供暖的位置、按下暖风键，送风电动机在自动的位置。

拆去冷态发动机监测开关上的导线；这时主空气风门和送风电动机都会关闭。

13）温度选择轮在最大制冷位置，按下暖风键，送风电动机在自动的位置。

这时主空气门处在循环的位置；10s 以后送风电动机开始运转；重新接上冷态发动机监测开关上的导线。

4.3.2　蒸发器温度调节器检查和试验的方法

1）让系统进入最大制冷状态，几分钟以后把温度计放在中间的排气孔中，并按下送风机低速按键和暖风键，温度选择轮这时应该处在最大制冷的位置。

2）把发动机的速度调整到 2000r/min，然后切断压缩机离合器的运转，反复三次以后，排气孔排出空气的温度大约应该是 4℃（不能低于 3℃）。

3）如果温度没有达到上面所说的标准，就要检查空调系统制冷剂是否不足。如果制冷剂没有问题，检查调节器细管安装的位置是否有问题；如果细管没问题，则需要更换调节器开关。

4.3.3　真空检查和试验的方法

在进行真空检查和试验之前，要首先起动发动机，直到发动机达到工作温度，然后关闭发动机，最后按下经济键。

1）止回阀的检查和试验方法：拆去止回阀上的红/绿色真空管道（奔驰 300SD 型和奔驰 380SEL 型）或绿/灰色真空管道（除奔驰 300SD 型和奔驰 380SEL 型之外的车型），然后把真空试验仪接在止回阀进排气孔上，再输送真空。这时如果真空泄漏，就要更换止回阀。

2）真空罐的检查和试验方法：拆去止回阀通向真空罐的红/灰色真空管道，并把真空试验仪接在真空管道上，提供真空。如果试验仪上的真空读数有变化，就要更换真空罐密封垫或真空罐。

3）开关转换阀的检查和试验方法

① 拆去止回阀上的红/绿色真空管道（奔驰 300SD 型和奔驰 380SEL 型），或绿/灰色真空管道（除奔驰 300SD 型和奔驰 380SEL 型之外的车型），并把真空试验仪接在真空管上，输送真空。如果试验仪上的真空读数有变化，就要逐个地对转换阀进行试验。

② 拆下仪表板下端右侧装饰板，并拆下中间支架的右侧部分，露出转换阀，然后拔下每个阀上的真空管道。

③ 接上真空试验仪，并输送真空。如果试验仪上的真空读数下降，说明在泄漏，这时就应该更换开关转换阀。

④ 下面检查和试验除霜开关转换阀或新鲜/循环空气开关转换阀（短行程），试验时要打开点火开关，并按下关闭键，以便驱动转换阀。

⑤ 如果还需要检查和试验其他的转换阀，只需要按下最大制冷/供暖键。试验时如果转换阀没有问题，试验仪上的真空读数应该下降。最后关闭点火开关，并更换装饰板。

4）除霜真空控制回路的检查和试验方法

① 拆下工具箱，并拆去仪表板下端右侧装饰板和中间支架的右侧盖，然后拔下除霜转换开关阀上的红/白色真空管道，再把真空试验仪接在真空管道上。

② 输送真空，同时观察除霜门的运转情况。如果试验仪上的真空读数下降，就要更换真空驱动器或真空管道。然后还要检查除霜门机械部分的运转情况，最后再接上真空管道。

③ 拆去止回阀与中间空气排气孔相连接的红/淡蓝色真空管道，并把真空试验仪接在真空管道上，输送真空。如果试验仪上的真空读数下降，要更换真空管道或除霜真空驱动器。

5）中间排气孔真空控制回路的检查和试验方法

① 拆下工具箱、仪表板下端右侧装饰板和支架右侧装饰板，并拆去止回阀与中间排气真空驱动器连接的红/浅蓝色真空管道，然后再用布塞住管道口。

② 拆去中间排气开关转换阀上的真空接头，并把真空试验仪连接在这条管道上，输送真空。如果试验仪上的真空读数下降，要更换中间排气真空驱动器、止回阀或这条控制回路上的真空管道。

6）暖风排气真空控制回路的检查和试验方法：拆去外来空气口开关转换阀上的绿色真空管道，并把试验仪连接在这条管道上，输送真空。如果试验仪上的真空读数下降，要更换外来空气口真空驱动器或真空管道。

7）新鲜/循环空气和主空气风门真空控制回路的检查和试验方法（以奔驰 300SD 型车和奔驰 380SEL 型车为例）

① 拆去长行程新鲜/循环空气开关转换阀上的真空管道，并接上仪器，然后输入真空。如果试验仪上的真空读数下降，便需更换真空管，并检查或更换长行程或短行程新鲜/循环空气真空驱动器。

② 拆去短行程新鲜空气开关转换阀上的绿/蓝色真空管道，并接上试验仪，输送真空。如果试验仪上的真空读数下降，要更换真空管道，并检查或更换长行程、短行程新鲜/循环空气真空驱动器。

4.3.4 车内和暖风温度传感器检查和试验方法

先拆去需要进行试验的传感器。试验时用万用表测量传感器电源线端的电阻值，然后参见电阻值对照表 11-4，进行比较。

表 11-4 车内和暖风温度传感器电阻值对照表

车内温度/℃	电阻值/Ω	车内温度/℃	电阻值/Ω
15	15700	35	6500
25	10000		

第 12 章　汽车空调系统的检修方法与技术

在第 9 章中已对检修必备的工具材料及基本技能进行了介绍，但那只是着眼在“基本和必备上”，而本章则是对空调系统检修的专门设备和操作技术进行了应用性介绍，以使从事维修工作的读者逐步熟练地掌握这些设备的操作应用。

1　汽车空调检修的专用仪器与设备

为了准确、迅速判断空调系统出现的故障及其所在部位，并及时采取相应措施予以排除，就需要配置一套适用的仪表及设备。另外要提高维修质量，除了备有性能优越的设备外，还要备有合乎质量要求的维修配件。下面将汽车空调维修常用的专用仪表及设备予以介绍。

1.1　温度测量仪表

汽车空调的温度检测常用的检测仪器有玻璃棒温度计、热电偶温度计、热电阻温度计、半导体温度计等几种。选用时应根据所需的测量精度范围和工作性质进行选择。

1.2　湿度测量仪表

前面我们已进述过空气的湿度是空调工况的一个重要参数，且它与温度测量有密切的关系。常用于测量相对湿度的仪器有干湿球温度计、通风干湿球湿度计、电阻湿度计、电容湿度计等。其中第一、二两种测量精度欠佳，携带亦不方便，但价格较便宜。而第三、四两种测量精度及灵敏度相对较高，且可以遥测，便于携带，但价格较高。

1.3　维修专用成套设备（见图 12-1）

从图中可以看出：成套工具中的仪表包括检

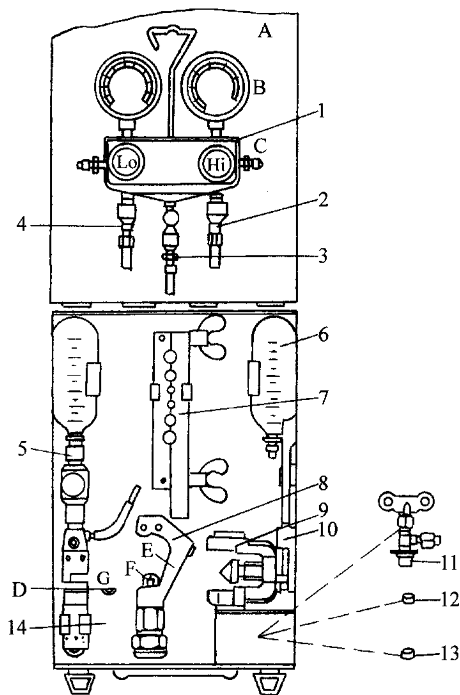


图 12-1　汽车空调维修成套工具

1—歧管压力表装置（包括 A ~ C）　2—注入软管（红色）　3—注入软管（绿色）　4—注入软管（蓝色）　5—漏气测试器（含 D）　6—备用容器　7—管夹　8—制冷剂管割刀　9—扩口工具　10—检修阀扳手　11—制冷剂罐注入阀　12—注入软管衬垫　13—检修阀衬垫　14—工具箱　A—低压表　B—高压表　C—压力表座　D—反应板　E—铰刀　F—刀片　G—支杆

测用的歧管压力表组、漏气测试器、制冷剂罐注入阀等（这些仪表在后面将详细讲述）。工具方面有制冷剂管割刀、管夹、扩口工具等。这几件工具均配套使用，以完成对制冷系统的金属管喇叭口的修复或加工工作。

这套仪表、工具可以组装安置在一个工具箱内，以便于携带及保管，特别适用于制冷系统的快修工作。

1.4 真空泵

因为拆检或更换制冷系统的原部件后，制冷系统均需要抽真空后才能注入制冷剂，真空泵便是完成这一任务的专用设备。

它的工作原理是：工作时在离心力和内部弹簧的张力作用下，刮片紧贴在定子的缸壁上，并将其分隔成吸气腔和压缩腔。转子旋转时进气腔容积逐渐扩大，腔内压力下降，从而吸入气体；与此同时压缩腔则容积逐渐减小，压力升高，气体从排气阀排到大气中。这样不断地循环，便可以把容器内的空气抽出，从而达到抽真空的目的。

1.5 歧管压力表组（见图 12-2）

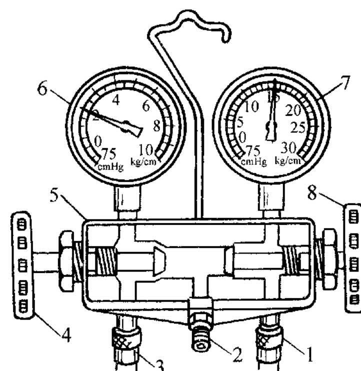


图 12-2 歧管压力表组
1—高压工作阀接口 2—制冷剂罐式真空泵吸入口接口 3—低压工作阀接口 4—低压手动阀 5—阀体 6—低压表 7—高压表 8—高压手动阀

歧管压力表组是维修汽车空调系统不可缺少的仪表。它不仅用于制冷系统抽真空、注入制冷剂和添加冷冻润滑油时做指示仪表，而且还用于故障检查及排除。下面介绍该仪表的特点、结构和操作方法。

从图 12-2 可以看出，它主要由低压表 6、高压表 7、高压手动阀（Hi）8、低压手动阀（Lo）4、阀体 5 和 3 只软管接头组合而成。压力表是弹簧表式的。其工作原理及使用注意事项如下。

1.5.1 压力表的工作原理

1）当高压手动阀（Hi）和低压手动阀（Lo）同时全开时，全部管道连通。此时接上真空泵便可以对系统进行抽真空。

2）低压和高压手动阀同时闭合，则可以进行高压侧和低压侧的压力检查。

3）高压手动阀关闭，低压手动阀打开，则可以由低压侧注入气态制冷剂。

4）低压手动阀关闭，高压手动阀打开，则可以由高压侧注入液态制冷剂。

歧管压力表上的注入软管采用三种颜色。各注入软管的用法如下：一般蓝色软管连接低压侧的检修阀（即压缩机的吸入侧检修阀，一般用“S”标记）；绿色软管连接真空泵或制冷剂罐；红色软管连接高压侧的检修阀（即压缩机的排出侧检修阀，一般用“D”标记）。

1.5.2 压力表使用注意事项

1）压力表软管与接头连接时只许用手拧紧，不准用工具拧紧。

2）不用时，软管要与接头连起来，防止灰尘、杂物或水进入管内。

3）使用时要把管内的空气排空。

4）该表是一种精密仪表，应当仔细维护以保持仪表及软管接头的清洁，轻拿轻放。

1.6　制冷剂注入阀

目前市售的制冷剂中，有一种便携式 0.45kg 罐装的制冷剂。它在外出修理时携带是很方便的，但是它有一只注入阀配套才能开罐使用。注入阀的结构如图 12-3 所示。

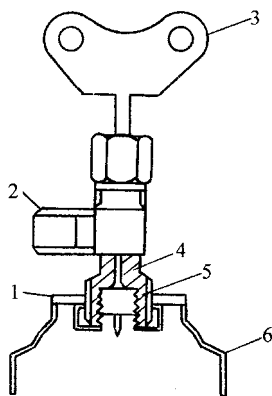


图 12-3　小罐装制冷剂注入阀
1—输送软管接头　2—板状螺母
3—手把　4—阀针　5—衬垫
6—制冷剂罐

从图中可以看出：它主要由手把 3、阀针 4、板状螺母 2 等部分组成，使用方法如下：

1）在制冷剂罐未安装注入阀之前，首先应将注入阀手把 3 逆时针转动，阀针 4 升高到最高位置。然后将板状螺母也升到最高位置。

2）把阀装在罐的顶部，然后顺时针转动板状螺母，使它与罐顶上的螺纹连接。这样，便可以把阀固定在罐的顶部。

3）将歧管压力表中间的软管接在注入阀的接头上，然后将其紧固。

4）顺时针转动手把 3，阀针下转将罐接头处刺破。

5）此时若注入制冷剂，应将手把逆时针转动，使阀针抬起，与此同时还应打开歧管压力表的相应手动阀，此时便可向制冷系统加入制冷剂。

6）若要停止制冷剂注入，可顺时针转动手把使阀针下降封闭罐接头处被刺破的小孔。最后将与压力表相连的手动阀关闭。

1.7　空调系统检修专用阀（柱塞型）

1. 高压检修阀和低压检修阀

独立式空调器的压缩机一般都装有高压检修阀和低压检修阀，其结构相似。功能是柱塞处在不同位置时，对制冷系统加注或排空制冷剂。抽真空时，在此阀接上压力表组还可以检测系统的压力等。其工作原理见图 12-4 所示。

从图 12-4 中可以看出：通过改变柱塞的位置，可以构成前封闭、后封闭和中间位置的三种通路形式。

1）前封闭：此时顺时针转动柱塞使其处于最前位置，使之封闭了通往制冷系统的孔口，将压缩机与制冷管路分隔开。这时便可以将压缩机拆下进行检修，而防止空气侵入制冷系统的管道。

2）后封闭：此时逆时针方向转动柱塞，使其处于最后面的位置，便将通往歧管压力表的通道封闭。这时，制冷剂可进出压缩机，但不能通往歧管压力表。所以当压缩机运转时，高、低压两侧的检修阀都应调至这个位置。

3）中间位置：柱塞处于中间位置，歧管压力表、压缩机、制冷剂管道均全部连通。这位置既可加注制冷剂、又可抽真空，或用歧管压力表检查制冷系统的压力。

2. 阀芯型检修阀

非独立式小型压缩机一般是使用阀芯型检修阀。它是用弯曲度为 45°的输送软管接头中的顶销控制阀的开闭。即将接头螺母 2 用手拧紧后，顶销 1 便把阀芯 4 推离阀座，制冷剂进

入检测软管。拧开螺母 2，阀芯便自动关闭（见图 12-5 所示）。

1.8 检漏仪

我们对汽车空调系统进行检修或拆装其制冷系统管道，更换制冷部件以后，都应在其检修拆装部位进行制冷剂泄漏检测工作。目前有五种方法可以检测制冷系统制冷剂泄漏。

1. 检查油迹

如果制冷剂漏出就会带出一些冷冻润滑油来，所以有泄漏地方便会形成油迹。

2. 肥皂液

肥皂液是一种最便宜的检漏剂。把肥皂液涂抹在可能漏泄处，泄出的气体就要形成气泡。如果泄漏轻微，气泡便会在泄漏之处慢慢形成大气泡；如果泄漏严重，就会形成很多气泡。这很容易发现和鉴别。

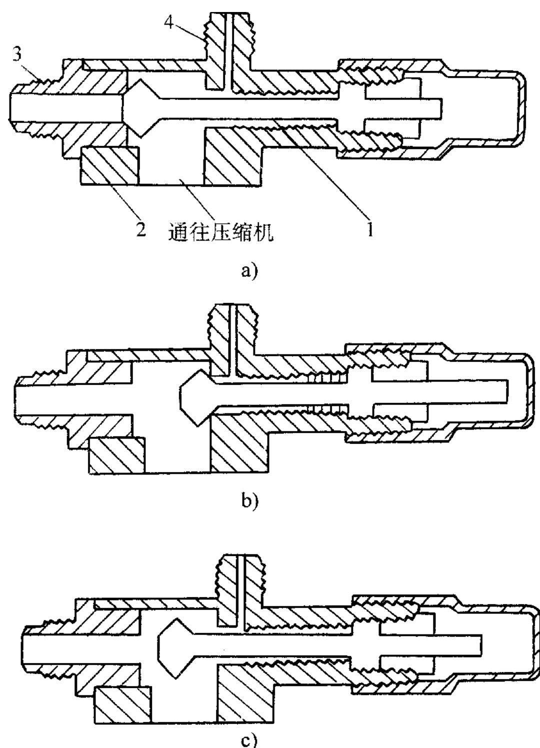


图 12-4 检修阀（柱塞型）

a）前封闭 b）后封闭 c）中间位置

1—柱塞 2—阀体 3—歧管压力表接头 4—制冷系统管接头

但肥皂液检漏受位置限制。例如，不拆下压缩机离合器，就不能检查压缩机前端输入轴的密封，不拆下格栅，就不能检查蒸发器等处的泄漏，想对整个冷凝器或整个制冷管道都涂上肥皂液是很困难的。另外，该方法对微小的泄漏无法查出。而微小的泄漏，对汽车空调来说，是一个不可忽视的隐患。所以，怀疑存在微小泄漏时必须用其他仪器来检查。

3. 着色法

即用棉球蘸制冷剂着色剂检测。当这种着色剂一碰到制冷剂时，就会变成红色。这种方法和肥皂液检查一样方便而且准确，但价格相对而言较贵。

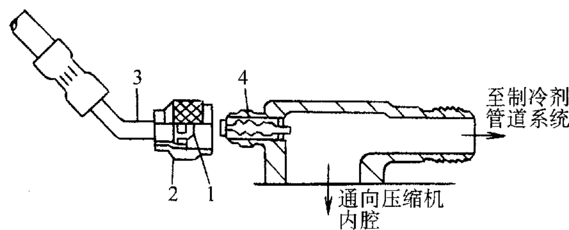


图 12-5 阀芯型检修阀

1—顶销 2—螺母 3—输送软管 4—阀芯

4. 卤素检漏灯查漏（见图 12-6）

卤素检漏灯是一种用丙烷气作燃料的喷灯。当制冷剂气体进入安装在喷灯上的吸入管时，便会使喷灯的火焰颜色和漏气大小成比例地改变。

卤素检漏灯的使用方法如下：

1）使用之前，先检查储气瓶内的液态丙烷质量是否装足。见图 12-6。

2）在卤素检漏灯主体下边安装储气瓶。

3）将划着的火柴插进检漏灯的点火孔里，同时朝逆时针方向慢慢转动调节把手，让储

气瓶的丙烷汽化成气体溢出，遇火焰即燃烧，将卤素检漏灯点燃。

4）在反应板加热到红热状态后，方可使用卤素检漏灯测漏，但应将火焰调至最小。因火焰越小，对制冷剂泄漏的反应越灵敏。

5）将吸入管末端靠近各个检测部位。

6）细心观察火焰颜色的变化。

当没有泄漏时，由于在空气中不存在制冷剂蒸气，火焰是无色的。

当出现轻微的泄漏时，吸入管便将泄漏出的制冷剂蒸气吸入至丙烷灯燃烧室内，当燃烧室内的气体混有制冷剂蒸气时，在 600～700℃ 温度的燃烧区内制冷剂将发生分解，形成氯化氢和氟化氢。这些气体在接触到烧红的铜时，会把火焰染成绿色并增加火焰高度。因此，可以从卤素检漏灯的火焰颜色来判断制冷剂泄漏量（注意：经燃烧后的制冷剂蒸气有毒）。

使用卤素检漏灯，可测出空气中制冷剂体积分数为 0.1% 的泄漏位置。在制冷剂浓度很大时，火焰将自行熄灭。

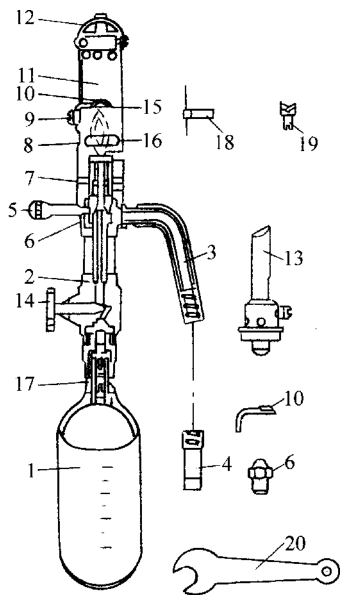


图 12-6　卤素检漏灯结构图

1—漏气检测器储气瓶　2—漏气检测器主体　3—吸入管　4—滤清器　5—燃烧筒支架　6—喷嘴　7—火焰分隔器　8—点火机　9—反应板螺钉　10—反应板　11—燃烧筒　12—燃烧筒盖　13—栓盖（漏气检测时作烙铁使用）　14—调节把手　15—火焰长度（上限）　16—火焰长度（下限）　17—丙烷气瓶喷嘴　18—喷嘴清洁器　19—喷嘴卡榫　20—扳手

5. 电子检漏仪检漏

1）工作原理：电子检漏仪的工作原理见图 12-7所示。如图所示，当用白金制成的阳极 4 被加热器 3 加热后，将它放在空气中，会有阳离子射向阴极 6 上，这样在其上有电流产生。

如果起动吸气扇，使制冷剂气体通过两极板之间，阳离子便会迅速增加，电路中的电流也会明显地增大。再通过放大器将电流放大，使微安表 2 的指针摆动（有些检漏计是以产生闪光信号的强弱来标定泄漏的多少。有些仪器设有蜂鸣器进行报警），从而测出制冷剂的泄漏部位及其泄漏强度。

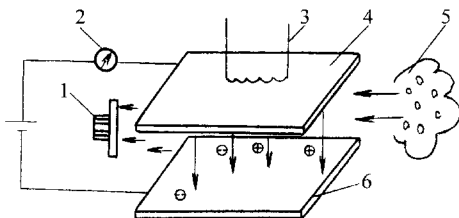


图 12-7　电子检漏仪工作原理示意图

1—吸气扇　2—微安表　3—加热器　4—阳极　5—气体制冷剂　6—阴极

2）5650 型制冷剂自动检漏仪：该检漏仪是新型检漏仪，可以检测 R—134a 的泄漏。

图 12-8 是该仪器的外观图。从图中可看出：图的左边是仪器的检测部分；图的右边是仪器的主体部分，两部分之间用螺旋线（内有几条通电导线）连接。

① 探测部分：它主要由保护套 5、传感器头 4，复位键 3、探测手柄 2 等组成。传感器头内装有加热白金阳极及阴极，探测手柄内装有高效吸气扇。

② 仪器主体部分：它的面板置有选择开关 6、泄漏强度显示灯 7、电源显示灯 8 等；仪器底部装有两个 1.5V 电池；仪器内部装有变压器、放大器、蜂鸣器等。

③ 检漏仪的特点

a. 通过转换开关便可以检测 CFC（R—12、R—11…）；HCFC（R—22…）；HFC（环保制冷剂 R—134a）等制冷剂。

b. 能自动标定。当仪器置于已被制冷剂污染的空气中使用时，开关接通后，蜂鸣器便会报警，这时按下复位键，仪器便以当时空气中制冷剂的浓度（体积分数）标定为基准零进行检测。这时只有当空气中制冷剂的浓度高于标定的浓度时，仪器才能显示数据。

c. 仪器预热时间短、灵敏度高、质量轻、体积小；便于使用和携带，但价格较贵。

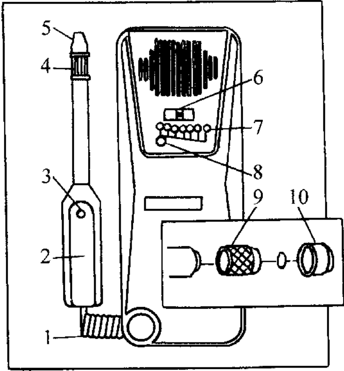


图 12-8　5650 型制冷剂自动检漏仪

1—螺旋线　2—探测手柄　3—复位键　4、9—传感器头　5、10—保护套　6—选择开关　7—泄漏强度显示灯　8—电源显示灯

1.9　连接件

空调系统零部件之间的连接，所用连接件必须是柔性的，以利于吸收汽车路面往来的振动，并利于在车内空间狭小的地方安装。所以连接空调系统的零部件和软管，需要应用多种接头和接头的密封件。在汽车空调维修中，因软管、接头和密封件造成的泄漏故障是很多的，所以对这些部件应经常进行更换。

1. 氯丁耐氟橡胶软管

氯丁耐氟橡胶软管是一种多层结构软管，里层是柔软而质地坚密的氯丁橡胶层，内层光滑，无气孔，以减少制冷剂流动的阻力。所以配备汽车空调上的软管，一定要选用氯丁耐氟软管，不得以煤气软管、水管等来代替。

氯丁耐氟橡胶软管的中间层和外层是人造粘胶纤维织物，质地坚实和耐热，这种特性能增加软管的强度和使用寿命（注意：有的软管只有一层较厚的外层人造粘胶纤维织物。这样的管价格较便宜，但使用寿命较短）。

软管的外层特制出许多针孔，这样，泄漏的制冷剂就可以从漏点外往外泄。如果不是这样，泄漏的制冷剂就会沿着纤维织物的层间间隔轴向窜动，到了最薄弱部分才鼓泡而裂。这样便检查不出漏点的实际位置，从而不得不更换整条软管。有了针孔，只需检测该处泄漏位置，用刀子切断泄漏部分，再用直管连接起来即可。

氯丁耐氟橡胶软管的规格如表 12-1 所示。

表 12-1　氯丁耐氟橡胶软管的规格

软管号码	软管内径/in	软管外径/in	标准长度/ft	最小破裂强度/(lbf/in^2)	最小弯曲半径/in
6	5/16	3/4	15	1750	4″
8	13/32	29/32	15	1750	5″
10	1/2	1	15	1750	5″
12	5/8	$1\frac{1}{8}$	15	1750	6″
6	5/16	3/4	50	1750	4″
8	13/32	29/32	50	1750	5″
10	1/2	1	50	1750	5″
12	5/8	$1\frac{1}{8}$	50	1750	6″

一辆汽车的空调系统，一般配用三种规格的软管。其中低压端的回气通路所用的软管直径最大，目的是保证蒸发成气态的制冷剂有足够的通路截面积流入压缩机。从压缩机排出口到冷凝器进口之间，因为输送的是高压气态的制冷剂，所以软管的截面积比低压管小，而从冷凝器出口到膨胀阀入口之间，因输送的是高压液态制冷剂，所以选用的软管直径最小。但是，近年来，为了减少汽车零件的规格和数量，开始使用两种直径的软管，即高压端的气、液态管路共用较小的一种规格，而低压端使用较大的一种规格。

一般选用软管直径与空调制冷量的多少有关，与系统的制冷剂量多少也有关。制冷量大，制冷剂多，则选用的软管直径相应较大。

一般轿车空调用 6 号、8 号软管；或者 8 号、10 号软管；面包车用 10 号、12 号软管。

2. 金属接头的连接方法

用在汽车上的接头有多种。这些接头均为钢质或铝质，并有表面喷漆，以免锈腐。一般使用专用密封圈接头，因为这种接头只有密封圈的保护才能不怕振动，又密封可靠。如图 12-9 所示。

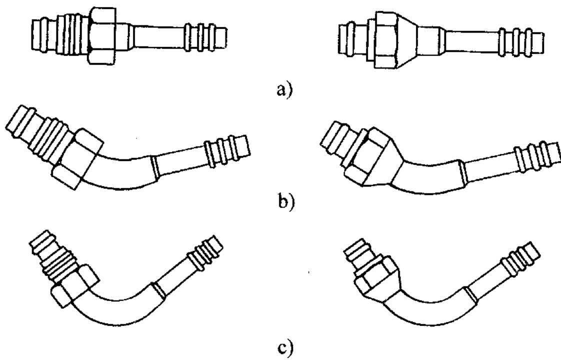


图 12-9　接头的结构（橡胶圈密封）
a）直管　b）45°弯管　c）90°弯管

安装接头时，密封橡胶圈必须使用耐氟橡胶圈；且装上的橡胶圈，必须是与接头尺寸同一规格的，并且表面还需涂抹冷冻润滑油。在拧紧螺母时，接头不能转动，用扳手轻轻拧紧，但又不能过紧，否则会造成泄漏。

3. 软管和接头的连接方法

软管和接头连接，需按相应规格配合。6 号软管配 3/8in 的接头，8 号软管配 1/2in 的接头，10 号软管配 5/8in 的接头，12 号软管配3/4in的接头。

连接软管时，一定要先将管侧清理干净，一般用高压制冷剂喷入内管 2 ~ 3s 即可，但不能用高压空气（瓶装空气也不可以）。在内孔表面涂抹冷冻润滑油，在接头配合处也需涂抹清洁的冷冻润滑油。这时均匀用力将软管套进接头上，并用管夹夹紧，拧紧管夹的转矩不小于 40N · m，如图 12-10 所示。

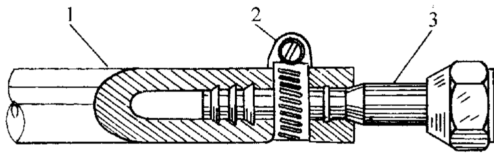


图 12-10　软管与接头之连接
1—软管　2—管夹　3—插入接头

从接头上卸下接管，应先将软管接头锯断，再斜锯锯开套在接头上的软管，并用刀片和钳子继续割开和拉开软管。

2　汽车空调的检修操作技术

2.1　制冷系统制冷剂的抽空、放卸和充注技术

汽车空调的故障，80% 是由于系统制冷剂的泄漏造成的。因为泄漏会引起系统制冷剂的

减少，这样当系统的制冷量不足时，除了造成制冷效率的下降外，还会引起空调系统低压端出现真空状态，使外界的空气和水分进入制冷系统，而空气和水分的进入又会导致一系列的故障。例如，造成压缩机排气压力和温度过高；加速了冷冻润滑油变质和润滑能力的降低；水分还会引起干燥剂的失效，引起膨胀阀的冰堵而堵塞管道，使制冷系统无法运行，另方面水分引起制冷剂和冷冻润滑油的酸化和胶化，这会造成制冷系统的压缩机和其金属制件被腐蚀，所以一旦系统泄漏引起高、低压侧压力不正常时，就应该对系统内的制冷剂进行放卸、检修、抽真空、检漏、充冷冻润滑油和充注制冷剂。这个过程是缺一不可的。

而当安装整套空调制冷系统时，也需要完成上述的工作程序。

当系统内因为压缩机、储液干燥器、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、POA 阀、STV 阀损坏时；当高、低压软管由于老化和龟裂造成泄漏时；当接头的密封失效时，都需更换新的零件。这时，均需要将系统的制冷剂排放出来，然后进行修理或更换，再安装，对系统抽真空、检漏、充注冷冻润滑油，再抽真空，对系统重新充注制冷剂。

汽车出事故后，应立即检查汽车空调系统。如空调系统已坏，管路断开，应该尽快修复，不要拖延，并对露出的管道头用布包好，因为管路暴露于空气中时间越长，水分和空气侵入空调系统的可能性会更大，增加对空调系统的侵害，增加以后的修理工作量和维修成本。

1. 检查制冷系统是应报废还是应进行修理

1）卸下 V 带，检查 V 带、带轮是否完好。并检查离合器、压缩机是否还能正常工作和有无损坏。

2）检查冷凝器是否撞坏。因冷凝器装在车头，是最容易撞坏的地方，注意不允许用手工焊接的方法修复冷凝器的裂缝。若发现冷凝器已漏，散热翅片挤在一起，都应该更换新的。

3）蒸发器的外壳是否开裂、泄漏。这些一般能够修复（因为蒸发器的外壳是塑料件，可用胶修复）。

4）各个控制元器件是否完好。不好则应更换。

5）储液干燥器是否完好，若完好，则要更换内部的干燥剂，清洗滤网等。

6）认真检查制冷系统的管路和真空系统的管路、真空驱动器，以及接头是否损坏。损坏则应更换。

7）如果系统进入了灰尘和其他杂质，就要排除系统内部的冷冻润滑油。为此，需要首先从发动机上卸下压缩机，放出压缩机中的全部冷冻润滑油，并用量杯装好备用，然后再将其他零部件的冷冻润滑油也全部放进量杯里，记下容积备用。

8）先用手转动压缩机，看其转动是否灵活。再用制冷剂气体注入压缩机高低压吸气检修阀，检查其是否完好。

9）装上空调系统，进行抽真空、检漏、充注油和充注制冷剂工作。

2. 放卸制冷剂

制冷剂系统放卸制冷剂的传统方法，是应用表阀或放卸制冷剂装置，安全地将制冷剂排放到大气中去，故一般称为放空过程。需要注意的是，放空时，需要特设一只容器，以收集带出的冷冻润滑油。

这里还应注意，放空的制冷剂一定要排放在室外，绝不能排在室内，以免污染工作空间的环境。

传统的排放制冷剂的方法如图 12-11所示。其操作过程如下：装上歧管压力表，在中央的排放软管出口处罩上一块干净布，清洁系统时不要开动发动机。

1）先关闭表阀的高低手动阀，按图 12-11 接好管道，注意高压和低压管连接方法。

2）如果压缩机上有检修手柄阀，则应先将手柄阀置于中间位置。

3）慢慢打开低压手动阀（不要让其开得太快和太大，否则大量的冷冻润滑油将随着制冷剂流出），在缓慢放卸制冷剂时，将有少量随制冷剂流出的冷冻润滑油，应用集油器将其收集（但最好不要让油流出来，以减少麻烦）。

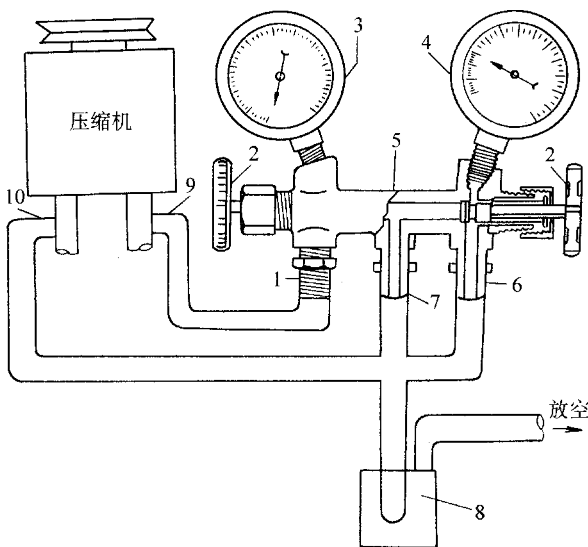


图 12-11　制冷系统放空

1—高压管　2—手动阀　3—高压表　4—低压表　5—表阀　6—低压管　7—中间管　8—集油罐　9—排气口　10—吸气口

4）当低压表的压力降到 345kPa 时，再慢慢打开高压表阀。注意开度不要太大。如果此时冷冻润滑油流出较多，说明放卸速度太快，应关小高、低压手动阀。

5）当压力表下降到 0 时，放卸便告结束，此时应关紧表阀上的阀门。

6）测量一下收集到的冷冻润滑油。如果此时油量超过 14. 2g，则应加入等同量的新的冷冻润滑油；若少于 14. 2g，则不要加新油。

3. 空气和水分对制冷系统的影响

灰尘杂质、空气和水分是制冷装置的禁忌物质。正常情况下，这些物质是无法进入空调系统内部的。但如果空调系统安装不当和保养维护不当，系统的零部件损坏，就会使这些有害物质进入系统。例如：安装时，各个接口的密封没有按技术规范要求进行；或系统抽真空不彻底；充注制冷剂操作不当；没有定期开动压缩机，油封失油而泄漏进空气；管路泄漏后，压缩机运行时，低压系统成真空状态而吸进空气、水分等。

空气是很难压缩液化的气体，在制冷系统内存有空气，压缩机工作时会有如下不良后果。

1）致使排气压力增高，这样排气温度亦会增高，结果导致压缩机过热，制冷量下降。

系统温度和压力过高后，将加重压缩机负荷，这样离合器和 V 带均容易打滑、磨损；压缩机排气阀、轴承、活塞和所有运动件均容易损坏或磨损加剧。高温除了易使管道橡胶老化而龟裂外；还使冷冻润滑油和制冷剂变质和酸化。

2）空气在制冷管路中还会阻碍制冷剂的循环进行。

因为冷冻润滑油通常与制冷剂一起在系统中循环。如果系统内混有空气，则冷冻润滑油多数会集中在蒸发器内，必然会降低蒸发器的换热效率，降低制冷系数，另一方面压缩机由于吸入的冷冻润滑油减少，这会使压缩机运动件得不到充分的润滑，磨损加快。

3）空气中氧和水分会和冷冻润滑油起化学反应，由于生成胶质凝聚物质，使其失去润滑、减摩的功能，破坏了轴承、活塞、滑阀的润滑条件，空气引起的高温高压又加速了这一

化学反应过程，使润滑条件变得更加恶劣。

水分不仅对冷冻润滑油、制冷剂起化学作用，更严重的水对制冷剂的反应生成酸，迅速腐蚀压缩机和管路中精密控制器件，会使整个制冷系统工作失调。

从上述可知，空气、水对空调系统的危害。空调系统中没有空气和水，制冷系统便可以长期有效的运行。若系统进入空气和水分，则空调制冷的能力下降，甚至完全丧失制冷功能。

在这里请读者注意，有些书介绍用乙醇加入系统来干燥制冷剂，这是很不科学的，这点切记。

4. 系统的抽真空

所谓系统的抽真空，指排除系统内的空气和水分的过程，但是，抽真空并不是直接地将液态水分抽走，而是通过使系统产生一定的真空度，降低了水的沸点，水便沸腾汽化，然后以水蒸气的形式将其泵出。水的饱和蒸气压（沸点）如表 12-2 所示。

表 12-2 水的沸点和真空压力关系

水的沸点/℃	系统真空绝对压力		系统真空表压力		水的沸点/℃	系统真空绝对压力		系统真空表压力	
	kPa	mmHg	kPa	mmHg		kPa	mmHg	kPa	mmHg
100	101.325	760	0	0	10	0.90	6.75	100.44	753.36
60	19.93	149.49	81.40	610.51	4.4	0.73	5.48	100.58	754.38
54.4	15.35	115.13	85.98	644.86	-1.1	0.56	4.20	100.78	755.90
48.8	11.76	88.21	89.57	671.83	-6.7	0.36	2.70	100.98	757.43
43.3	8.82	66.16	92.52	693.93	-12.2	0.22	1.65	101.12	758.44
37.7	6.55	49.13	94.78	710.95	-15.0	0.19	1.43	101.15	758.70
32.2	4.83	36.23	96.51	723.90	-17.8	0.15	1.13	101.19	758.95
26.6	3.50	26.25	97.83	733.81	-23.0	0.08	0.60	101.25	759.46
21.1	2.52	18.90	98.81	741.17	-28.8	0.05	0.38	101.29	759.71
15.5	1.78	13.35	99.56	746.76					

比如日本汽车空调系统的抽真空一般要求在真空表压为 94kPa 以上，此时，环境温度对应在 40℃时，系统内部的水才沸腾蒸发。很显然，这种真空度对系统在低于此温度以下的环境时进行除水是不够的。

如果我们工作环境的温度为 21.1 ~ 26.6℃，要求系统内部的真空绝对压力达到 2.52 ~ 3.50kPa，真空表的真空压力为 97.83 ~ 98.81kPa。这时选定的真空泵应必须能达到这一真空度要求才行。

目前，我国生产的旋叶式机械真空泵完全能达到抽真空的要求，其极限真空度为1.33 ~ 0.1333Pa。而且其吸气速率快、系列多、质量好、寿命长、价格便宜，表 12-3 是国产旋叶式真空泵的型号和性能。

表 12-3 国产旋叶式真空泵的性能

型　号	抽气速率/(L/s)	极限真空/mmHg	电动机功率/kW	进气口直径/mm
2X—0.5	0.5	5×10^{-3}	0.18	10
2X—1	1	5×10^{-3}	0.25	15
2X—2	2	5×10^{-3}	0.40	20
2X—4	4	5×10^{-3}	0.60	25
2X—8	8	5×10^{-3}	1.1	32
2X—0.2	0.2	5×10^{-3}	0.15	10

注：进气口直径可以自己改做一个法兰盘，直径与表阀胶管的内径相吻合。

由于汽车的制冷系统容量较小，所以选用国产旋叶式真空泵的真空性能和抽气速率均完全能达到制冷性能要求。一般选用 2X—0.2～0.5（对于轿车空调），对于独立式空调，因容积较大，则可选用 2X—0.5～1。

应注意的是，许多资料和汽车说明书上所介绍的真空技术标准都偏低，在其规定的参数下，不能将系统内部的水分全部排除。例如，美国通用汽车公司要求 10min 抽取真空绝对压力为 6.5kPa，福特公司为 16.7kPa，克莱斯勒公司为 13.3kPa。日本丰田汽车要求真空表压力为 600～700mmHg。这些数据的真空度值定得偏低，所以难于干净排除系统内部的水分。根据表 11-2 提供的数据，选取比较高的真空度值作为抽真空的技术要求，能够满足快速、彻底排除系统内部的水分的要求。

由于冷冻润滑油的饱和蒸气压比水小得多，所以在系统抽真空时，冷冻润滑油是不会被抽出，反而会使溶解于冷冻润滑油内的水分在抽真空时，自己沸腾蒸发，从油中逸出，被真空泵抽出去。所以，注入冷冻润滑油到系统的时间，在抽真空之前，或在这之后都无所谓。

抽真空一般分为四个操作程序。

1）抽真空装置与制冷系统的连接：首先将真空泵、表阀，空调系统如图 12-11 所示方式连接，一般应在中间接口的软管上接上一个三通阀，将真空泵接到三通阀的一个接口，制冷剂瓶接另外一个接口，第三个接口和中间接口相连，这样可以确保抽真空结束时，注入制冷剂的间隙没有空气进入空调系统。

2）抽真空：开动真空泵，打开高、低压手动阀。几分钟后，在真空表上产生大于 740mmHg 高度的真空度。而若达不到所需的真空度，说明真空系统或空调系统有泄漏。检查的方法为继续起动真空泵，同时关闭高低压手动阀，若真空泵上的压力表还达不到所要求的真空度，则说明抽真空系统漏气，若表阀上的低压量程表的真空压力减小，则说明是空调制冷系统渗漏。这样待两处渗漏修好后，方可进行抽真空。

3）检漏：即使真空泵产生的真空度令人满意，也必须检漏。检漏时，首先将高低压手动阀关闭，约 5～6min 后，压力下降不得超过 3.4kPa（25.4mmHg）。如果超过此值，说明空调系统有渗漏之处。

这时从低压端注入少量气态制冷制。当压力达到 49kPa 时，即应迅速关闭制冷剂瓶和低压手动阀。用电子检漏仪和肥皂液联合检查漏点，并将漏泄之处修理好。

4）继续对系统抽真空：这个过程时间不得少于 60min。这是因为水分的蒸发，流动需要一定的时间。当抽真空结束时，应首先将高、低压手动阀关闭，然后再关闭真空泵电泵。如果没有三通阀，就需把中间软管从真空泵上卸下来充注制冷剂。

5. 空调系统充注制冷剂

（1）接触制冷剂时应遵守的操作规范

1）放空或充注制冷剂时应戴上防护眼镜。

2）制冷剂瓶应放在 40℃以下的无阳光照射的通风地方，充注时，只允许短时间处于 53℃以下的温水中。

3）不得用火烤制冷剂瓶，不得在有制冷剂的系统中焊接制冷管道。

4）不得让制冷剂接触皮肤。若接触后，应立刻用大量水冲洗，并在皮肤上抹上凡士林，且马上找医生治疗，不得自行处理。

（2）充注制冷剂的方法　向制冷系统充注制冷剂，有三种方法。

1）从低压端注入制冷剂气体：此法是较传统和安全的一种方法（一般书上和说明书介绍的均为此法）。其步骤如下：

① 空调系统预先进行充注冷冻润滑油，抽真空、检漏以后（确保真空度在740mmHg以上并持续时间60min，无漏点）才能进行充注制冷剂。

② 如图12-12接好表阀、制冷剂瓶和空调系统高低压端的检修阀管路。然后，用制冷剂除去管内的空气，操作过程为：先关闭高低压手动阀，拆开高压端检修阀和胶管的连接，然后再打开高压手动阀，最后打开制冷剂瓶开关。在胶管口听到制冷剂蒸气出来的嘶嘶声音后，赶快将软管与高压端检修阀相连，关闭高压手动阀。用同样的方法清除低压端和管路中的空气，然后关好高、低压手动阀。

③ 将制冷剂瓶放在天平上，测出它注入系统的制冷剂的准确数量。制冷剂瓶应直立，其上部制冷剂为气态，下部为液体。

④ 打开制冷剂瓶阀和低压手动阀，则气态制冷剂进入空调制冷系统。

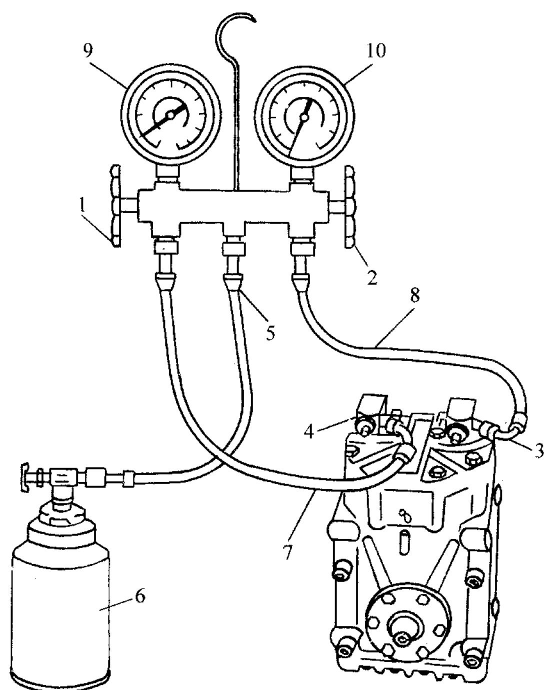


图12-12 从低压端充注气态制冷剂
1—低压手动阀 2—高压手动阀 3—高压端检修阀 4—低压端检修阀 5—表阀 6—制冷剂瓶 7—低压接管 8—高压接管 9—低压表 10—高压表

⑤ 起动发动机，调整转速在1250～1500r/min，空调功能键置于A/C，风扇档为HI。

⑥ 为了加快充注制冷剂气体的速度，可以将制冷剂瓶放在53℃以下温度的温水中。注意，此时低压表值在充注制冷剂过程中不得超过0.55MPa。

⑦ 当充到预定制冷剂量值时，立即关掉低压手动阀，观察制冷剂流过视液镜的情况，并检查高、低压力表的吸、排气压值，此时，高压表值应为1.01～1.64MPa，低压表值应为0.118～0.198MPa。方符合要求。

⑧ 充注完毕后，先关死低压手动阀，再关制冷剂瓶阀，并迅速拆下注液管，停止空调器运行和发动机运转。

2）从低压端注入制冷剂液体：如果制冷系统应用的是CCOT系统，那么，低压端有一个很大的液气分离器。有的福特汽车空调，为了防止压缩机“液击”，也设有气液分离器。这时，为了克服低压端充注制冷剂气体的时间长、速度慢的缺点，这些空调的注入制冷剂可以采用一种特殊方式从低压端注入制冷剂液体。

低压端充注液态制冷剂的程序如下：

如图12-13所示，步骤①～③和1）中①、②、③相同。

④ 打开直立的制冷剂瓶气阀和低压手动阀，先让制冷剂以气态进入系统3～5min，以防止压缩机第一次起动时，冷冻润滑油漂走，带来压缩机卡住和其他故障。

⑤ 起动发动机，空调键置A/C和风扇键置HI，发动机转速调至1250～1500r/min。

⑥ 起动发动机和空调后，将制冷剂瓶倒立，使液态制冷剂进入气液分离器。

⑦ 注入制冷剂的量足量时，再直立制冷剂瓶，让气态制冷剂进入系统（注意：注制冷剂过程中，高压表不得超过 1.64MPa，低压表不超过 0.55MPa）。

⑧ 关闭低压手动阀，观察制冷剂流过视液镜时应没有气泡，这时检查高低压力表值，若高压表值为 1.01 ~ 1.64MPa，低压表值为 0.101 ~0.164MPa 范围，则关闭制冷剂瓶阀，拆下胶管，停止空调器运行和发动机运转。

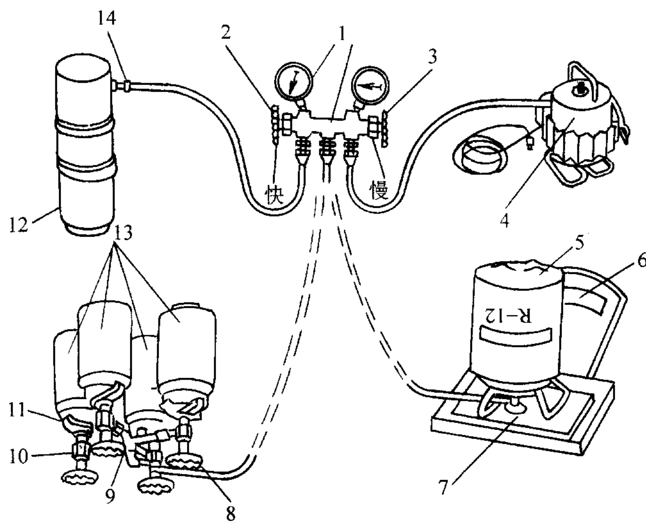


图 12-13　从低压端充注液态制冷剂

1—表阀　2—低压手动阀　3—高压手动阀　4—真空泵　5—大瓶（13.6kg）R—12　6—天平　7—大瓶 R—12 阀　8—小瓶 R—12 阀　9—多罐排出装置　10—小瓶注入阀　11—阀门护板　12—液气分离器　13—小瓶（0.45kg）R—12　14—接头

3）从高压端注入制冷剂液体，再在低压端补足制冷剂气体量：这种方法是一种快速加注制冷剂的方法，一定要懂得空调技术的人员才能实行。其充注程序如下：

①~③与 1）中①、②、③相同。

④ 将制冷剂瓶倒置，打开制冷剂瓶阀和高压手动阀，关死低压手动阀，让制冷剂液体进入空调系统（但千万要记住，此时不准起动发动机！不准起动空调系统！）。

⑤ 从高压侧注入液态制冷剂一段时间后，制冷剂瓶重量将不再下降，说明制冷剂已无法进入，而系统制冷剂却还不足，此时应关闭高压手动阀，将制冷剂瓶竖立。并开动发动机，转速为 1250 ~1500r/min，空调键置于 A/C，风扇为 HI。并打开低压手动阀，让气态制冷剂进入系统的低压端。

⑥ 若进气速度慢，则可以把制冷剂瓶置于 53℃以下的温水中，以加快进气速度。

⑦ 通过视液镜、高低压力表检查制冷剂量是否足够。其方法同前。

4）部分补充制冷剂的方法：如果空调系统的制冷剂不足并非由于管道暴露于空气中，或者并非因大量泄漏而导致水分和空气进入空调系统，则可以进行部分制冷剂的充注。例如因接头松动，气嘴阀微漏等，这时只要拧紧接头螺母和气嘴即可，不必排空旧的制冷剂、抽真空后再充注制冷剂，而是可接低压端注气态制冷剂的方法补充不足的制冷剂。

部分补充制冷剂与完全充注制冷剂的方法主要不同之处在于：补充制冷剂需要的制冷剂量少，一般一瓶 0.45kg 装的小瓶制冷剂足够，其次应把瓶子浸在 53℃的温水中，才能比较容易注入。此时一边加注制冷剂，一边仔细观察视液镜中制冷剂的流动情况。当看到 5s 内无气泡流过，立即关闭低压手动阀、蝶形阀和拆除管道。其步骤如下：

① 按低压端注入气态制冷剂的接法接好补充注液系统，如图 12-13（不用天平称制冷剂量）。

② 排除注制冷剂系统管道内的空气后，迅速拧紧所有接头，以免外界空气进来。

③ 起动发动机，并稳定在快怠速位置上运行（六缸发动机为1600r/min，八缸为1300r/min），空调功能键置A/C，风扇为HI档，这时应打开汽车门窗，让排气压力保持在1.55～1.68MPa较高的压力。如果排气压力不够高，用纸片挡住送至冷凝器的通风，使其压力升高。

④ 慢慢地打开蝶形阀、低压手动阀，让气态制冷剂进入空调系统（注意吸入制冷剂压力不得超过0.350MPa）。在补注时，应保持制冷剂瓶子紧立，以防止液态制冷剂进入系统，造成事故。

⑤ 补注完毕后，关好阀门。停止发动机运行。

（3）注入制冷剂量的检查方法　一般空调系统注入制冷剂的量是否适量，可以用两种方法来检查，其方法如下：

一种方法是从视液镜上观察制冷剂液体流动状况，将发动机稳定在1250r/min，起动压缩机运行5min，并把车窗关好，空调置于A/C，风扇置HI档。压缩机工作5min后，用观察视液镜流过的制冷剂的变化情况来进行判断。

另一种方法是检查过视液镜后，再检查高、低压力端的压力情况。其方法是：将发动机转速提高，进行抽真空和检漏，其程序如下：

1）关好所有阀门，接好高低压接口和空调系统的管道。

2）三通阀接通中间接口和真空泵，打开真空截止阀，并开动真空泵。

3）打开高、低压手动阀，这时对系统抽真空。当真空压力下降到740mmHg高度时，关闭截止阀，真空泵仍然处于运行。

4）关闭高、低压手动阀。5min后，若低压表值上升3.4kPa（25.4mmHg），说明空调系统有渗漏，此时必须注入制冷剂检漏。反之不用检漏。

5）在压力表值增大，则检漏。方法如下：将三通阀和储液干燥器接通，让回收的制冷剂进入系统检漏。当低压表值上升到94kPa时，关掉三通阀的通路。用检漏仪器和肥皂液联合检漏，并修理好泄漏之处。

6）重复1）、2）、3）、4），确保无泄漏时，继续抽真空，时间不少于60min，并在这段时间里，加足制冷剂的量，拧紧加油旋塞。

7）抽真空完毕，拧紧真空截止阀，将二通阀关死，中间管和加油器连接。然后准备加注冷冻润滑油。

2.2　制冷系统冷冻润滑油的充注技术

2.2.1　油量的检查

一般来说，在空调系统正常运行情况下，压缩机的冷冻润滑油是不需检查和加注的。但是，由于下列原因时，制冷剂量将大幅度减少，这时就必须检查压缩机的冷冻润滑油油位。

1. 冷冻润滑油减少的原因

1）接头处发生严重的泄漏现象。

2）软管破裂。

3）因冲撞而使空调系统构件损坏。

4）压缩机发生严重的轴封漏油。

2. 对一些压缩机冷冻润滑油位的检查方法

1）对于斜盘式压缩机的空调系统，应将压缩机从汽车上拆下来，放在干净的工作平台

上。先拧开其排油旋塞。然后将压缩机向排油旋塞方向斜置，使压缩机倾斜角约为 21°，如果此时油从排油口溢出，说明油量足够；如果不溢出，则应加注进新鲜干净且同牌号的冷冻润滑油，直至油溢出为止。

2）对于往复式压缩机，则有两种情况。大中型和一部分小型往复式压缩机（例如克莱斯勒汽车）由于备有专用的油尺。所以只需在检查时，先起动发动机，在快怠速工况下运行 15min。若此时气温高于 28℃，置选择键于 A/C，风扇在 HI，然后停机再缓慢将制冷剂放卸，最后取出油尺在放油旋塞的孔中插入压缩机的曲轴箱内，直到碰到箱底为止。然后取出油尺，检查其油位的高度，再对照说明书的数值进行判断，如表 12-4 所示。

表 12-4　制冷压缩机油尺高度与冷冻润滑油量的对应关系

发动机架上压缩机	对应 180mL 油尺高度	对应 240mL 油尺高度
六缸制冷压缩机/mm	44. 5	60. 3
八缸制冷压缩机/mm	41. 3	60. 3

对于没有油尺的小型往复式压缩机，则要将它从发动机上拆下来。不过在拆除之前需缓慢将制冷剂放卸。然后拧下放油旋塞，将压缩机横放，让冷冻润滑油全部流出来，且流出过程时间不得少于 10min。最后检查流出的油量是否符合说明书的要求。

3）摆盘式压缩机，也是用油尺检查油量的。一般油位高度应在油尺的 25. 4mm 位置。但由于生产此种压缩机的厂家很多，每一厂家又有许多规格，如日本三电公司供应市场的有 SD—505、507、508、510，而每种规格的冷冻润滑油量又各不相同，所以维修作业时，应参看有关资料进行检修。

2. 2. 2　冷冻润滑油的加注

新安装的空调系统，在各个元器件中，只有压缩机内装有冷冻润滑油，数量约在 280 ~ 340g 之间，所以新安装的空调系统，应首先将压缩机内的油倒出来，然后再注入新鲜的同牌号的冷冻润滑油。其数量与空调系统的尺寸、型式、布管方式及其他因素有关。这些均可以参考相似的汽车空调系统的注油量。但是，最常用的方法是将新的压缩机内存的油倒出来，然后再注入空调系统同牌号、同数量、新鲜、干净的冷冻润滑油。

压缩机的冷冻润滑油量可以参阅表 12-5。

表 12-5　几种常见压缩机注油量

汽车制造厂家	压缩机型号	充油量/mL
丰田汽车	6D 152A	350
	6E 171	280
	6P 134	230
	6P 127	170
	2M110A	270
	2M110B	210
	2C—90	320
	2C—90C	230

汽车制造厂家	压缩机型号	充油量/mL
丰田汽车	3A 224	450
三菱汽车	6F 308 HB	2000
	2Z306S	350
日产汽车	DKP—12D	190
日野汽车	6C—500	1700 ~ 1900
	6C—300	1500
中国北方—Neoplan	FK4	2600

空调系统使用以后，冷冻润滑油将随制冷剂在系统中循环，并有部分冷冻润滑油留存在系统的其他元件内，留存量最多的部位是蒸发器，储液器和冷凝器。其数量如下：

蒸发器　85～90g

储液器　28～35g

冷凝器　25～30g

所以在维修空调时，要更换上述三种部件时，新装的部件必须补足上述的油量值。

这样在更换压缩机时，将旧的压缩机的油倒出来后，加入新油时应以新机内存的油量与上述三个部件的上限存油量（90g、35g、30g）之差作加注油量的补充量。

需要注意的是，要想确知系统内冷冻润滑油的泄漏是一件困难的事。因为在系统泄漏后的维修中不可能确切知道精确补充加注量，所以只能按上述介绍的检查油量方法粗略估算后进行补注。

2.2.3　加注冷冻润滑油的程序

一般加注冷冻润滑油在系统抽真空之前、后进行均可。但在抽真空之前注入冷冻润滑油，可以不用专用设备。用量筒量好需要加注的油，从压缩机的旋塞口注入即可。将表阀和真空泵如图 12-14 的所示方式连接起来。低压端的检修阀接润滑油加油管如图12-15所示。而加油管的另一端应插入装好足量油量的量筒内。此时表阀的低压手动阀关死。中间接口接真空泵，高压接口接高压端维修阀。然后，起动真空泵，将高压阀微微打开，与此同时打开加油管中的开关，冷冻润滑油就会在真空作用下吸入空调系统，直到预定的油量全部吸完为止（注意：计算加油量时要将加油管内会藏留的润滑油量计算入内）。

注油后，则可以再抽真空，充注制冷剂。

加注冷冻润滑油亦可以在抽真空后进行，其设备如图 12-16 所示。首先将带有刻度的注油器接至表阀低压接口和空调系统低压检修阀之间，注油器上面有一加油旋塞和一个放油阀。开动真空泵，打开表阀的高压手动阀，关死低压手动阀和放油阀 C。打开注油器旋塞，加足冷冻润滑油，再拧紧使之不漏气。在真空泵抽吸产生高于 736.6mmHg 的真空度时，打开放油阀，让冷冻润滑油内的空气和水分均蒸发汽化而被抽走。让真空泵继续运行 5min，冷冻润滑油的水分全部蒸发汽化被抽走后，立即关闭高压手动阀，关闭真空泵并将中间接管拆下。然后打开低压手动阀，并注意控制阀门开度不宜太大。此时冷冻润滑油将注入系统的低压侧。当注油器的油量减少到预定值，马上关闭放油阀口。注油完毕后，立即关闭低压手动阀，最后准备充注制冷剂的工作。

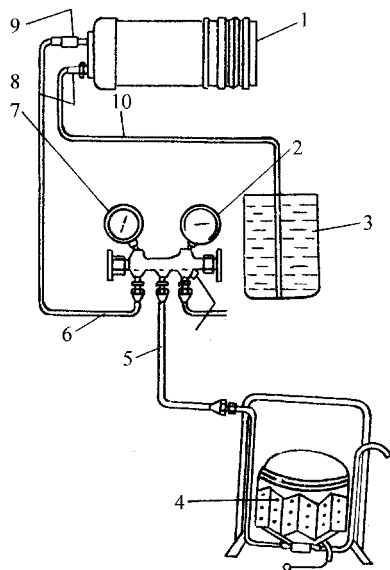


图 12-14　真空加油装置

1—压缩机空调系统　2—低压表

3—量筒和润滑油　4—真空泵

5—中间接管　6—高压接管　7—高压表

8—低压检修阀　9—高压检修阀

10—加油管

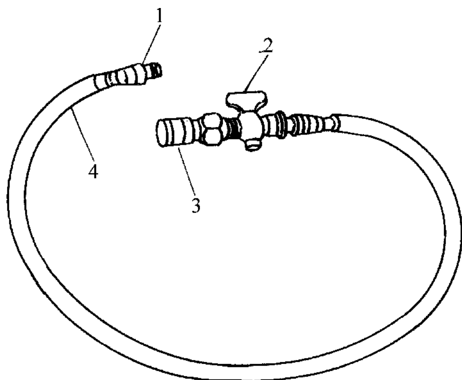


图 12-15　冷冻润滑油加油管
1—不使用时管的首尾接口螺纹　2—开关
3—接低压检修阀　4—吸入管

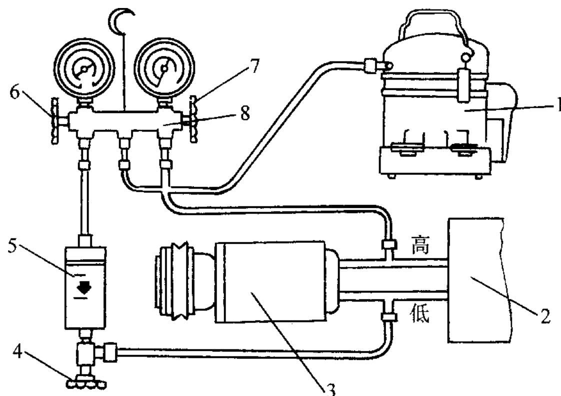


图 12-16　加注冷冻润滑油装置
1—真空泵　2—制冷系统　3—压缩机　4—放油阀
5—注油器　6—低压手动阀　7—高压手动阀　8—表阀

2.3　一般汽车空调系统的检修技术

2.3.1　压缩机的检修

1. 压缩机常见故障的检修

空调系统的大多数运动件都在压缩机上，因此，压缩机的检修量是最大的。尽管大多数压缩机都能完全修复，但是由于压缩机的零配件购置困难，且装配精度要求又高，需要专用装配工具和夹具才能进行。目前压缩机的大、中修理均由专门的压缩机修理厂进行，以保证压缩机的质量。

所以，普通的汽车修理厂一般只承担如下几种常见故障的修理：卡死、泄漏、不制冷和噪声过大。

1）卡死的检修。所谓卡死，就是压缩机不能转动，卡死的原因通常是由于润滑不良或没有润滑油引起的故障。如果冷冻润滑油因制冷剂泄漏而将其带出泄完，或者蒸发器的溢流管、POA 阀的溢油阀、CCOT 系统的油气分离器的油孔堵塞故障，上述故障都会使压缩机得不到足够的润滑油而卡死。

如果发现离合器打滑或 V 带打滑，一般都是压缩机卡死所致。这时应立即将压缩机离合器电源关掉。检查系统是否有泄漏。若不是，则可能是油路问题，这时可查溢油管是否被压扁或扭折。若不是，则应是蒸发器压力控制装置（POA 阀、STV 阀、VIR 阀、EPR 阀）上的放油阀堵塞所致，这时便需要修理放油阀。

为此，要将系统内的制冷剂放卸完，更换溢油阀，并清洗上述各阀，将系统重新安装后，再抽真空、检漏、注补充油和充注制冷剂。在重新起动前先用手转动一下压缩机，让内部各润滑面布满润滑油膜后，再行起动，否则，容易将压缩机拉伤而报废。

不过，读者需要注意一种假卡死的形式。即当压缩机停用较长时间后（例如一个月以后），再起动压缩机，可能会产生一种轻度卡死的现象。如果发现得早是无害的。假卡死的原因是压缩机停开的时候，环境温度的变化引起制冷剂和冷冻润滑油的膨胀，导致两个光滑

接触表面的冷冻润滑油流出。由于压缩机的零件加工精度高，在两表面不存在润滑的情况下，时间一长，两表面就会产生锈蚀、腐蚀、冷焊等现象。时间越长，这种现象越严重，最后发展为卡死。解决的办法就是每周，至多两周之内要开动 2～3min 压缩机。

欲手动转动压缩机轴，可以使用离合器的驱动盘支架使驱动盘逆时针方向带动轴转动，一旦轴松动，即表示卡死的部位松动，再将它顺时针方向转几圈后，即可开动发动机和压缩机试运行，此后，压缩机便会平稳运行。

如果卡死很紧，完全不能转动，此时就要将压缩机从发动机拆下来，将它安装在一个固定支架上，再夹在台虎钳上，将整个压缩机拆开。先用汽油将内部零件的油和脏物清洗干净，然后检查气缸表面、轴和轴承、斜盘和钢靴等运动件表面是否完好和无拉伤痕迹。最后再用制冷剂蒸气喷洗干燥零件。再将压缩机反顺序安装还原。这时轴封、两端面密封胶圈、缸垫都应该全部更换。在安装时还应注意干净，表面均应涂抹冷冻润滑油。然后再抽真空、检漏、加油、注制冷剂。在重新起动压缩机之前，应用手转动驱动盘几圈，以检查压缩机的性能和使配合件润滑，然后起动。

2）泄漏的维修。泄漏也是压缩机的常见故障。一般在轴封有很微量的泄漏，每年的泄漏量小于 14.2g 是正常的。这不会影响制冷系统的运行性能。但是如果泄漏量超过此量，便将会影响空调性能，这时便必须进行检修。

3）压缩机无制冷剂输出或者压缩不良的维修。这类故障的表现是：用压力表检查压缩机的吸气和排气压力，两者压力几乎相同，用手仔细触摸压缩机，很热不可近手。其原因是压缩机缸垫窜气，造成从排气阀出来的高压高温蒸气通过缸垫的缺口又窜回到吸气室，进行再次压缩。产生温度更高的蒸气。这样来回在压缩机内部循环压缩，蒸气温度便会越来越高，最后把冷冻润滑油烧焦，造成压缩机的报废，这是一种非常严重的故障。

进排气弹簧片破损或者变软，将造成压缩机可能不压缩制冷剂或者压缩不良。这种故障的表现只是吸气压力和排气压力相同或相差不多，而压缩机不会发热。

综上所述，上述的故障都可以归纳到压缩机内部泄漏上，压缩机内部泄漏的检查方法主要是应用表阀接通压缩机的吸气检修阀和排气检修阀，起动发动机和空调系统，如果高、低压力表值几乎相等或相差不大，就可能是制冷剂不足和压缩机内部泄漏。此时再用观察视液窗方法可以判断制冷剂是否不足；若否便可确诊为是压缩机的内部泄漏。

压缩机的卡死、泄漏和压缩机不压缩的故障均需要拆开压缩机内部进行修理。

4）噪声过大的维修。空调系统的噪声源主要来自压缩机和蒸发器风扇，但是噪声过大的故障则主要由压缩机运行不正常所致。

噪声过大的主要原因为：

① 尖叫声：尖叫声主要由离合器吸合时打滑发生；或者由于 V 带过松和磨光而打滑的尖叫声。它们是噪声过大的最主要来源。

② 振动：压缩机的振动以及轴的振动也是噪声过大的来源之一。首先要检查其支承是否发生断裂，紧固螺栓是否松动。引起压缩机振动的还有 V 带张力过紧和带轮轴线不平行。

因为压缩机的轴承磨损使轴、轴承二者间隙过大，会引起轴的振动；离合器带轮轴承的润滑不良会引起噪声过大。当发现压缩机轴封处有泄油痕时，便应检查压缩机的油位是否正常，若油位过低，会造成压缩机润滑不良，亦会发生过大的噪声。

还有一种高压振荡噪声。由于压缩机排气压力周期地按正弦波形输出，发射出高压波，

如果波幅大小重叠时，就会发出高压振荡噪声。为此，目前有一些压缩机在排气出口处设置消声器以消除高压振荡噪声。

2. 压缩机的全面维修

压缩机出现上述四种常见的故障，除个别故障不用拆下压缩机可进行在车上维修外，大部分都要拆下来修理。修理压缩机必须具备专门知识，并熟悉压缩机结构和性能。下面就常用的斜板式压缩机和摇板式压缩机的修理方法进行介绍。

1）将压缩机从发动机上拆下：

① 按前述方法，先放卸系统制冷剂。

② 从压缩机吸、排气口卸下软管，卸下后软管和压缩机吸、排气口需加盖封住，以防止污染物进入系统。然后拆下离合器电磁线圈的接线。

③ 拆除压缩机的 V 带。

④ 松开安装螺栓，将压缩机从发动机上卸下，再将它装在一个固定支架上。注意：该支架需预先装夹在台虎钳上。如图 12-17 所示。

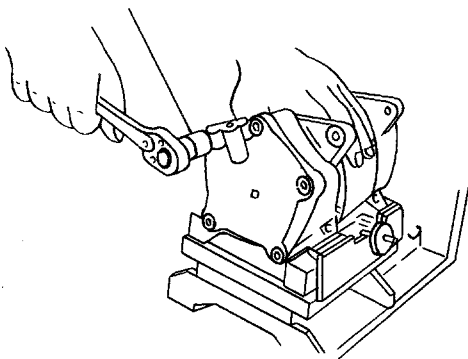


图 12-17　将压缩机装在台虎钳上

2）修理离合器：

① 离合器的拆卸。参阅第 10 章有关章节。

② 拆下键和垫片。但应注意垫片是用来调整驱动盘和摩擦板之间的间隙大小的，所以在安装时用它来调整间隙到规定的技术标准。

③ 如果是因为离合器打滑而发生尖叫声，则应该修理和清洗驱动盘、摩擦板和 V 带板的摩擦端面，使之不含有油和其他杂质，并按技术规范调整它们之间的间隙。

④ 如果离合器轴承已经磨损，则需用轴承取出爪从主轴上将轴承取出，并换上新轴承。

⑤ 用万用电表检查电磁线圈有无短路现象。若有，则应更换。

一般而言，离合器中所有零件的损坏都能修理，重新调整后都可以用。

3）修理轴封泄漏：如果发现压缩机的轴封泄漏，就要修理轴封的密封部分。其修理步骤如下：

① 按修理离合器的方法，将离合器总成拆下。

② 轴封的拆卸、安装参阅第 10 章。

4）维修内部窜气、卡死：维修压缩机内部窜气，必须将压缩机的后盖打开，对于斜板式压缩机，还必须拆开前盖。其维修按如下步骤进行。

① 将压缩机从机座上拆下并安装在图 12-17 所示的夹具上。

② 拆下后盖螺栓，对于斜板式压缩机还要拆下前盖螺栓，取下前、后盖。

③ 取下前、后缸，O 形圈，簧片阀板。如果缸垫和阀粘在压缩机上，可用电工刀具把簧板和卸垫撬开。

④ 取出内部的活塞、轴承、斜板等，用汽油或其他溶剂进行清洗，然后再用制冷剂清洗，最后用清洁冷冻润滑油全部涂抹后，重新组装。若气缸拉毛，则应更换整台压缩机。

⑤ 将阀板用油石打磨平滑，然后更换簧片、缸垫、O 形圈（注意安装这些零件前都需

要涂抹冷冻润滑油和清洁干净）。

⑥ 装上前、后盖板。

⑦ 用手转动压缩机看是否转动费力，若否则进行下步工作。

5）压缩机的检验：压缩机装在工作台上，即可进行检验。其方法如下：

① 检查内部泄漏：对于斜板式六缸压缩机先装上 56.7g 的冷冻润滑油，然后在吸、排气检修阀上装上表阀，并关死表阀高、低手动阀。再用手转动压缩机主轴，每秒钟转一圈，共转 10 圈，用秒表来计算速度。最后，打开高压手动阀，高压表的压力值应大于 345kPa，若压力低于 310kPa，则说明内部有漏气。应重新修理阀板、缸垫。

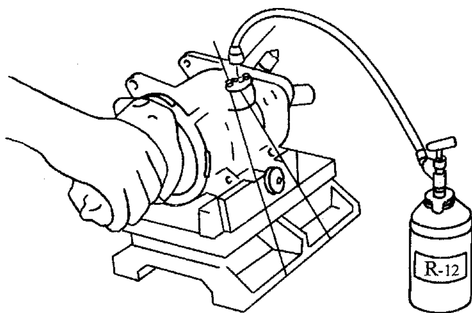


图 12-18　工作台上检漏

② 检查外部泄漏：如图 12-18，从低压端注入 0.5kg 的制冷剂，然后用手将主轴转动 5 圈。再用检漏仪测定轴封，两端盖，吸、排气阀口等处。若检查完后无泄漏方可将压缩机装入空调系统。

2.3.2　膨胀阀的检修

1. 在空调系统中检测其性能

在空调系统中对膨胀阀的性能进行检测后才能确定是否应该从系统中将其拆修或更换。整个步骤如下：

1）将表阀的高、低压接口与压缩机排、吸气维修阀连接，然后将高、低手动阀关闭。

2）先起动发动机，将转速稳定在 1000～1250r/min，然后起动空调，功能键调至 A/C 和风扇调至 HI。在空调运行 10～15min 后，方可进行检测工作。

3）先查看低压侧压表读数，如果压力值偏低，则应在膨胀阀周围包上 52℃的热水袋后再进行下一步工作。

4）观察低压表读数，此时如果压力上升到正常值，说明是系统内有湿气的故障，应排除的是该故障，为此需先更换储液干燥器。然后进行抽真空，充注制冷剂，重新检查系统湿气是否除净。

5）如果低压力表的压力并没有升高，则应从蒸发器出口管上拆下感温包，包在 52℃热水袋中。这时，如果低压压力表压力上升，则是感温包捆扎不当所致，应予重新捆扎。

6）如果上述步骤还未将故障排除，低压表读数仍偏低，此时方才把膨胀阀从系统上拆下来，进行台架修理和检查。

7）如果初步检查，低压表读数偏高，则应从蒸发器出口处拆下感温包，放入冰水中，此时，低压力表读数恢复正常，故障原因可能是如下原因：

① 感温包绝热保护不良，应该重新包捆，并将绝热保护层加厚。

② 感温包的安放位置距蒸发器过远，这时应将感温包重新安置，并包捆牢固。

8）如果放在冰水中还没有下降到正常值，此时，应从系统中拆下膨胀阀，进行清洗和检修。

2. 修理膨胀阀

1）首先排除系统的制冷剂，然后将膨胀阀拆下来，并连带把储液干燥器亦拆下进行更换。

2）仔细包护好感温包毛细管。

3）拧下调整螺母，转动的圈数要记录好。因为在重新组装时，要使螺母回位，才能继续保持制冷系统在蒸发器上的制冷剂的规定过冷度。

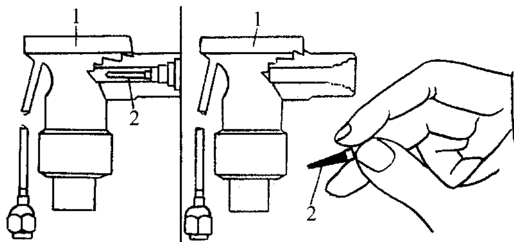


图 12-19　取出滤网进行清洗
1—膨胀阀　2—滤网

4）拆下弹簧、阀座、阀门和推杆。

5）将膨胀阀进口处的滤网取出。如图12-19所示。

6）用汽油清洗干净所有的零件，特别是阀口和滤网，并将它们吹干净。

7）按拆卸相反的顺序组装膨胀阀。

3. 膨胀阀的台架检修

1）清洗干净的膨胀阀首先要进行最大和最小制冷剂流量的检测和调整。

2）按图 12-20 所示的方式，将表阀、膨胀阀、制冷剂瓶连接起来。

3）关闭高、低压手动阀，并将盆中水温调配至 52℃，然后将膨胀阀感温包放在温水里。

4）拧开制冷剂瓶的阀门，并慢慢将高压手动阀开启，将高压表上读数调整至 483kPa。

5）读出低压表值。如果对应的是最大流量，则压力表读数应该在 296 ~ 379kPa 的范围，若读数高于 379kPa，表明膨胀阀供应制冷剂过量；若读数低于 296kPa，则系供液量不足。

6）膨胀阀流量的调整可以通过调整弹簧压力来进行。首先，拧开膨胀阀出口接头，用内六角旋具调整螺母，若顺时针转，则制冷剂供应减小；若反时针转，则制冷剂供应量增大。

7）将感温包放在水温为 0℃ 的冰水中，高压表压力应为 483kPa。并测其最小制冷剂供应量。

8）读低压表值。参看表 12-6 列出的正确的低压表读数。如低压表读数在表中相应的数据范围内，此阀的最小供应制冷剂量为正常值。否则，应参照步骤 6）的方法进行调整。

如果是检测外平衡式膨胀阀，则需要在低接口处接一个四通的 1/4in 的接头，其中一头通孔接外平衡管的螺母。其余接法和图 12-20 一样。

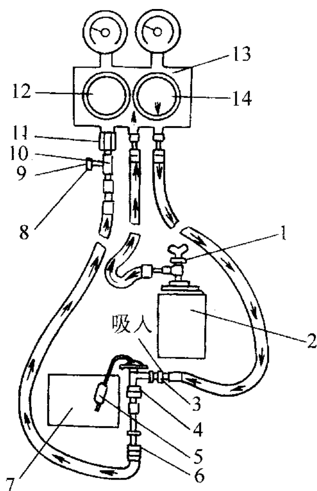


图 12-20　检修膨胀阀的联接
1—蝶形阀　2—450g 装的制冷剂瓶　3—膨胀阀入口管　4—膨胀阀　5—感温包　6—膨胀阀出口接管　7—热水盘式冰水盘　8—钻孔（ϕ10mm）盖　9—制冷剂蒸气　10—三通阀　11—内螺纹接管　12—低压手动阀　13—表阀　14—高压联动阀

2.3.3　蒸发器压力调节阀的检修

传统空调系统所用的蒸发器压力调节装置有如下几

种：POA 阀、VIR 阀、STV 阀、EPR 阀等。它们的功能是控制蒸发器的压力，使蒸发器表面不结冰。

表 12-6 膨胀阀最小流量的低压表值

过热温度/℃	R—12 低压值（lbf/in^2）	过热温度/℃	R—12 低压值（lbf/in^2）
2.8	158.6～179.3	5.6	134.5～155.1
3.3	153.4～174.1	6.1	131.0～151.7
3.9	148.2～168.9	6.7	124.1～144.8
4.4	144.8～165.5	7.2	120.7～141.3
5.0	139.6～160.3	7.8	117.2～137.9

蒸发器压力调节装置是一种精密控制元件，如果损坏，一般不能修理，必须更换。这类阀都有一个专用检测阀门，以用于检测其是否失效。以 POA 阀为例，介绍这类阀的检测过程。

POA 阀的检测按如下程序进行：

1）如图 12-21 所示，先把表阀接入空调系统，其中低压表接口应接至 POA 阀的检测阀门，表阀中间接口用橡胶垫封闭。

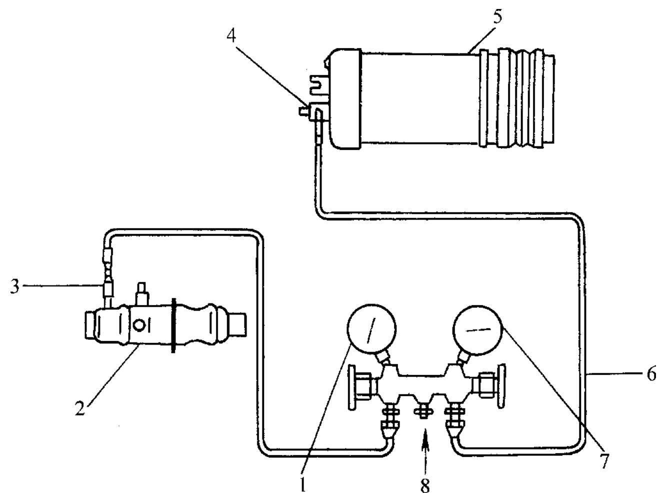


图 12-21 POA 阀的检测

1—低压表 2—POA 阀 3—POA 阀的检测阀门

4—压缩机排气检修阀 5—压缩机 6—高压管 7—高压表 8—表阀

2）然后起动发动机，转速为 1000～1200r/min，并将空调置于 A/C 键，风扇置于最高档位置。

3）系统运行约 10～15min 后，方可进行检测。

4）首先关闭表阀的高低手动阀。然后读出低压表的读数，以在海平面上的压力 190～203kPa 为准，在换算为海平面位置后，符合上述范围即符合要求。否则，需更换新的 POA 阀。

5）海拔对表压力的影响，如表 12-7 所示。

6）更换 POA 阀的拆除程序是先排除系统内的制冷剂，然后再拆除平衡管，最后拆两头

的软管，这样即可从车上将 POA 阀拆除下来。重新换上新的密封圈和 POA 阀。

表 12-7　海拔对检测压力表的影响

海　　拔		符合质量的表压力	
ft×1000	m×100	lbf/in^2	kPa
0	0	27.5～29.5	190～203
1	3.0	28.0～30.0	193～207
2	6.1	28.5～30.5	197～210
3	9.1	29.0～31.0	200～214
4	12.2	29.5～31.5	203～217
5	15.2	30.0～32.0	207～221
6	18.3	30.4～32.4	210～223
7	21.3	30.8～32.8	212～226
8	24.4	31.3～33.3	216～230
9	27.4	31.7～33.7	219～232
10	30.5	32.2～34.2	220～236

2.3.4　空调电气系统的检修

一般轿车空调的电气系统并不复杂，只要按照电气线路图和故障排除方法的顺序，用万用表来检查便可。如果电器元件已经失效，应换一个新的装上。

图 12-22 是日本日产轿车的空调电器分布图，从中可以看到各电器在汽车上的位置和形状，以便于维修使用。

2.3.5　控制系统的检修

图 12-23 是日产轿车的空调控制板的结构图，要维修控制机构，首先要将控制板拆下来，其拆卸步骤如下：

1）首先把蓄电池上的接地线拆下（为安全起见），然后再拆去仪表板的盖板、收录机和仪表灯，以及装饰物，最后拧去控制板上固定螺钉，这时即可拉出控制盒。

2）细心地拧开恒温器的毛细管或热敏电阻固定在蒸发器夹子上的螺钉，然后从蒸发器翅片间取出毛细管。

3）拆去真空管路和导线与控制盒间的连接，并从开关上拆下控制板上调温键的控制拉索。

4）将整个控制盒拉出后，即可看到里面的控制开关和真空管、钢索、电线。控制开关有恒温器开关、风扇调速器开关、主开关等。一般控制盒内的各个控制开关都是可换件。

应特别指出的是，所有真空管不能弯折，真空驱动器不能漏气。真空管变形、压扁都要更换，否则不能保证空调正常运行。

利用调温键上钢索上设置的一个自调线夹，先置调温键于中间位置，然后把自调线夹向钢索端部移动，距端部约 12mm 的位置，然后锁紧。

重新将恒温器的感温元件接至蒸发器感温位置并固定，接好各真空接头、电路和控制板，即完成了控制机构的检修。

2.4　独立汽车空调的检修技术

由于大型客车的独立空调系统中配置了副发动机，用它作为辅助动力来驱动压缩机工

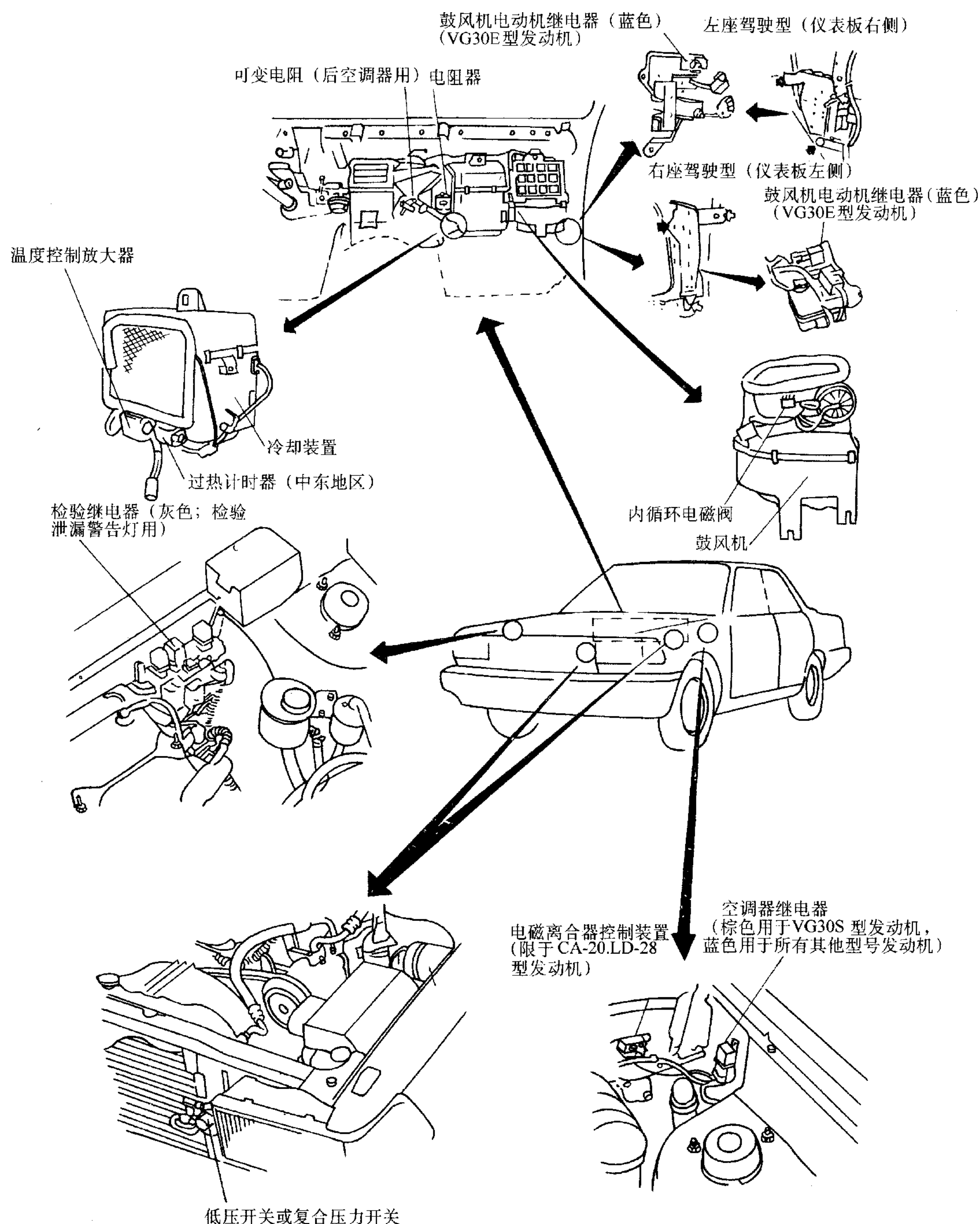


图 12-22 日产轿车空调电器的分布

作。必然地，它的安全控制附件增多，控制电路亦变得复杂。另外，大型客车的空调供暖系统一般采用独立燃烧器作为热源，所以它的风道布置和控制也比轿车空调相应复杂得多，所以其检修技术也和轿车空调存在许多差异。

下面将介绍此类空调制冷系统及其辅助发动机的检修技术。

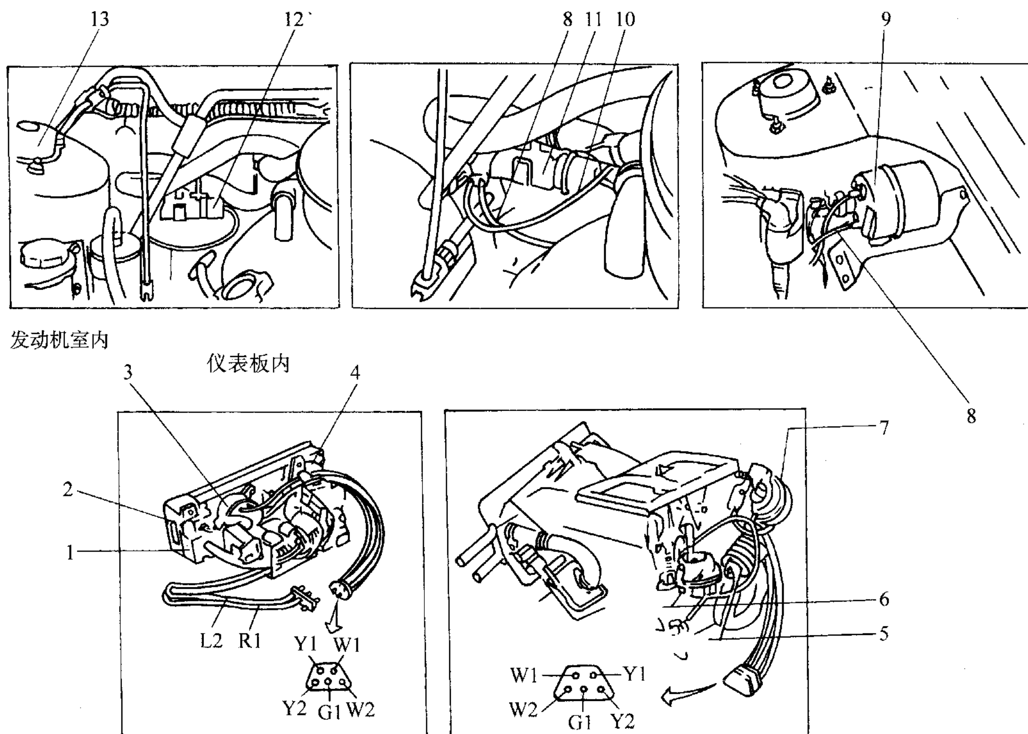


图 12-23　日产轿车空调控制板结构

1—空调控制板　2—功能选择键　3—调温键　4—调风键　5—下风门真空驱动器　6—上风门真空驱动器　7—中风门真空驱动器　8—接发动机进气歧管　9—真空罐　10—热水阀真空管　11—发动机进气歧管　12—热水真空驱动器　13—空调蒸发器外壳

2.4.1　制冷系统中的维修专用阀

独立空调的制冷系统中，一般配置有旁通阀，所以需配用吸气检修阀、排气检修阀、干燥器、截止阀等专用阀供独立空调检修用，它们在制冷系统中的位置如图 12-24 所示。

1. 吸气检修阀和排气检修阀

在压缩机上装有吸气检修阀和排气检修阀，如图 12-25 所示。检修阀的结构如图 12-26 所示。右拧开帽盖螺母 3，转动阀门手柄 4，阀门有三个位置可供调节。

1）后置位置。如图 12-26 所示，此位置可使压缩机与空调制冷系统相通，切断检测孔和制冷剂注入孔。此位置使制冷系统处在工作位置。

2）中间位置。此时四孔相通，这时只要将阀门手柄 4 从后置位置转 1 ~ 2 圈，即将阀芯移至中间位置。此位置可用来检测制冷系统的压力和注入制冷剂。

3）前置位置。顺时针转动手柄至尽头，即可使阀处于此位置。它关闭了制冷剂至压缩机的通路。此时，可将压缩机从阀体上卸下来修理或更换，而不必放卸整个系统的制冷剂。

这种检修阀作用与以前介绍的小型压缩机上用的类似，但结构有所不同。首先此阀多了一个接旁通阀接口，其次它的注入阀只是一个孔，平时用螺母盖和密封胶密封。所以，欲使用该孔时，需先装好表阀后再拧动阀柄。否则，系统中的制冷剂会喷出来。

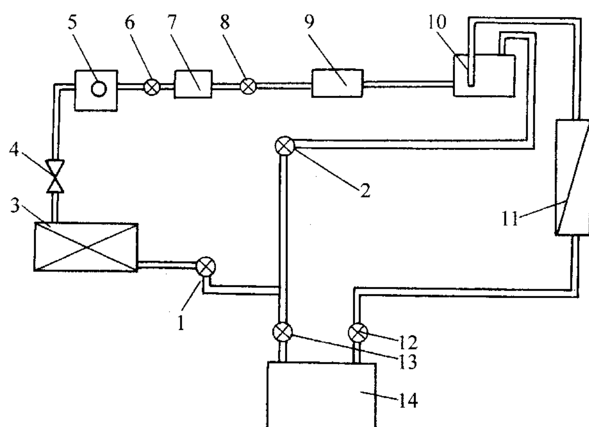


图 12-24 独立空调中几个维修用阀的位置
1—注入阀 2—电磁旁通阀 3—蒸发器 4—膨胀阀
5—视液镜 6—后截止阀 7—干燥器 8—前截止阀
9—过冷器 10—储液器 11—冷凝器 12—排气检修阀
13—吸气检修阀 14—压缩机

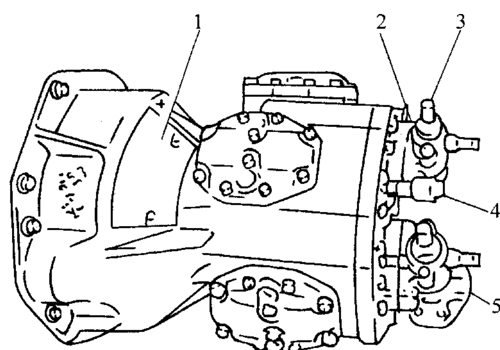


图 12-25 压缩机上吸、排气检修阀
1—盖板 2—低压安全阀 3—排气检修阀
4—高压安全阀 5—吸气检修阀

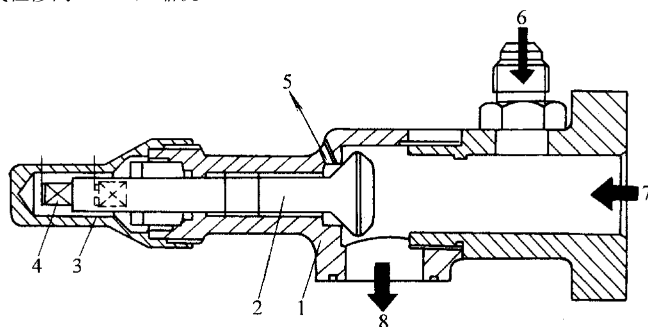


图 12-26 压缩机检修阀结构
1—阀体 2—阀 3—帽盖螺母 4—阀门手柄 5—检测和注入制冷剂孔
6—电磁旁通阀接口 7—蒸发器接口 8—压缩机接口

2. 截止阀

在干燥器的两端，安装有前、后两个截止阀，此阀和干燥器连接。

1）当要拆除压缩机时，应先使高压液态制冷剂储存在排气维修阀与干燥器之间。

2）由于干燥器在使用中需经常更换，有此两阀，可以不用排除系统制冷剂，这样便能更迅速、快捷地进行干燥器更换。

3. 制冷剂注入阀

独立空调制冷系统的蒸发器出口管上，设有一个制冷剂注入阀，如图 12-27 所示。注入阀专门用来补注制冷剂。即当空调系统运行时，从视液镜上发现制冷剂不足时（有气泡流过），便可用此阀来补注制冷剂。

不过，排空、抽真空、注入制冷剂等修理工艺还是在压缩机的检修阀上进行。

2.4.2 检修方法

1. 系统制冷剂数量的检查方法

1）起动发动机，将选择开关置于 LO 位置。擦干净观察视液镜，视液镜上的制冷剂流

动状况和图 12-28 所示。

2）将表阀和制冷系统的吸气检修阀和排气检修阀如图 12-29 所示方式连接起来。

3）观察到视液镜的制冷剂流过出现气泡，应首先检查干燥器是否发生堵塞。若堵塞，表阀的高压表压力超值，低压表压力不足。若未堵塞，则是系统制冷剂不足。此时需要从低压制冷剂注入阀中注入气态制冷剂，直到观察视液镜没有气泡出现为止。

4）如果观察视液镜中制冷剂流动清晰，则应以表阀的高、低压力值来判断制冷剂量值的情况：

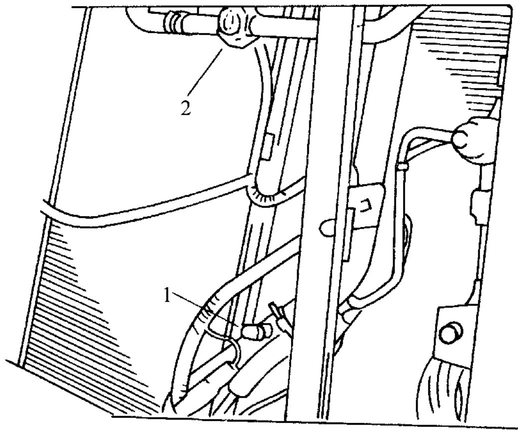


图 12-27　独立空调吸气管上的制冷剂注入阀
1—制冷剂注入阀　2—视液镜

① 制冷剂量正常。此时，高、低压力表值正常。

② 制冷剂量过多。此时，高、低压力表值都超高，特别是高压值。这时，应慢慢拧开表阀的低压手动阀，使制冷剂慢慢放卸一些，直到高、低压力值正常为止，立即关闭该阀门。

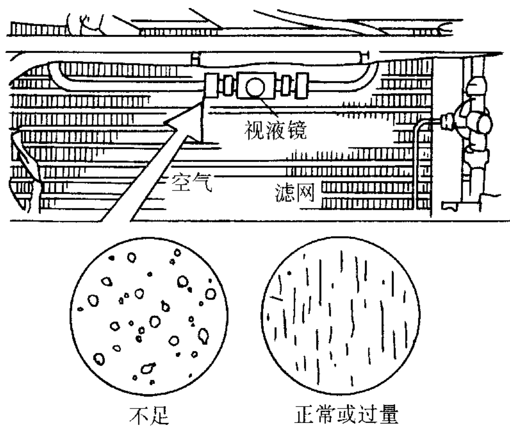


图 12-28　视液镜的制冷剂流动状态

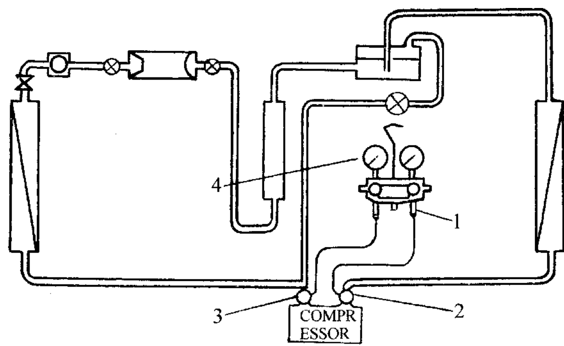


图 12-29　泵储制冷剂
1—高压接口　2—排气检修阀　3—吸气检修阀　4—低压接口

2. 泵储制冷剂

当制冷系统的干燥器、压缩机、视液镜、膨胀阀、蒸发器、安全压力阀等部件均需要修理、更换时，最经济、最方便的方法是将制冷剂泵储存在压缩机检修阀与干燥器截止阀之间，因为这时不用放卸制冷系统的制冷剂，便会少去抽真空、充注、查漏等许多麻烦。其操作程序如下：

1）装好表阀。如图 12-29 所示，低压接口接吸气检修阀，高压接口接排气检修阀、且将吸气检修阀置中间位置，排气检修阀置后面位置。

2）关闭干燥器截止阀，拧开阀门帽盖螺母，顺时针转动阀门到尽头位置，然后关闭阀口。

3）去除压力控制开关上的熔丝（即切断低压安全控制阀上的熔丝）。

4）起动副发动机，将控制选择开关置于 LO 转速位置。此时注意低压表的压力变化，当低压表的压力在 9.6～19.3kPa 范围时，立即停止副发动机工作。

当副发动机停止运行后，低压表的压力又会逐渐上升，这时再次起动发动机，在 LO 转速运行，直到压力又降至到 9.6～19.3kPa 时，再次停止副发动机运行。必须如此重复三次。

5）关闭压缩机吸、排气检修阀。当第三次停止副发动机运行时，迅速关闭压缩机的吸、排气检修阀，尽可能快地使阀处于前置位置，而且先关低压端，后关高压端。这样，所有的制冷剂便都集中在高压端排气检修阀到干燥器截止阀之间。

这时，制冷系统除了冷凝器、过冷器、排气管外，其他的零部件都可以拆下修理而不必排空系统的制冷剂。

6）修理和更换零部件后，便需排空低压端的空气。需在表阀中接口接一台真空泵，然后打开低压手动阀（注意此时高压手动阀一定要关闭），排空空气，并进行检漏。最后把吸、排气检修阀拧回到后置位置，打开干燥器截止阀，制冷剂便又重新送回系统中，最后拆下表阀接管。

下一步，是使用检漏仪检漏。

3. 检查冷冻润滑油量

在压缩机的曲轴下方设置有一个冷冻润滑油观察镜，镜面有油量正常的刻度，如图 12-30所示。

1）冷冻润滑油量的检查步骤按如下方式进行：

① 起动副发动机，起动空调器约 20min，然后停止副发动机运行。

② 副发动机停止运行后，检查压缩机上冷冻润滑油观察镜，是否在正常油面。

2）若发现冷冻润滑油油量不够，则应该按刻度要求添加所差的冷冻润滑油油量。添加油时应按如下的程序进行。

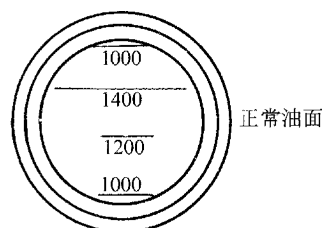


图 12-30 压缩机冷冻润滑油观察镜

① 如图 12-29 将表阀与系统连接。

② 关死高、低压手动阀。并将吸气检修阀置中间位置，然后慢慢打开低压手动阀，用少量的系统制冷剂将表阀和接管的空气驱除，然后关闭低压手动阀。

③ 按本节介绍的泵储液制冷剂程序，将制冷剂储在高压端，并迅将高压检修阀、吸气检修阀前置。

④ 打开加油塞，将用量筒量好的冷冻润滑油倒进去，然后用 380～400kgf·cm 的力矩将油塞拧紧。

⑤ 加油完毕，将表阀拆除，吸、排气检修阀复位后置。最后再打开干燥器截止阀，让制冷剂流回。

4. 调整 V 带张力

独立空调中副发动机与压缩机间的动力传递采用联轴器，而与水泵、冷凝器风扇、蒸发器风扇间却是依靠 V 带来输送动力，如图 12-31 所示。因此正确地调整 V 带的张力，无论是对减少发动机功耗，还是延长独立空调装置寿命都大有好处。

用 100N 的压力作用在两个带轮的中间，如图 12-31 所示，其弯曲中心距离应在表 12-8

规定的量值之内。

表 12-8　独立空调 V 带的张力

V 带 名 称	正常中心弯曲距离/mm	
	新 V 带	旧 V 带
水泵带轮至传动轴带轮	14.5～17.0	17.0～18.5
蒸发器带轮至传动轴带轮	19.5～22.0	22.5～24.5
冷凝器带轮至传动轴带轮	16.5～19.0	19.0～21.0

至于调整张力时，只要调整传动轴带轮上的调整装置即可，如图 12-32 所示。

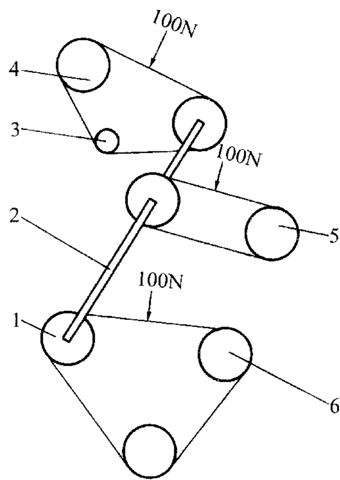


图 12-31　独立空调带轮传动示意图

1—传动轴带轮　2—传动轴　3—中间轮

4—冷凝器带轮　5—蒸发器带轮　6—水泵带轮

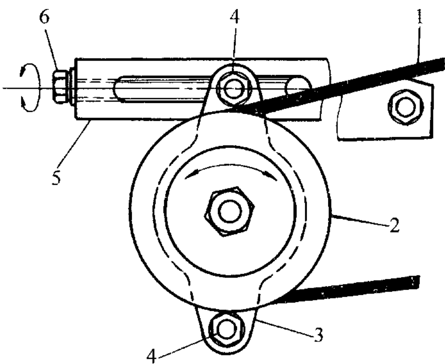


图 12-32　带轮调整装置

1—V 带　2—带轮　3—传动轴支架

4—锁紧螺母　5—调整支架　6—调整螺栓

调整过程如下：

首先将传动轴支架上的两个锁紧螺母松开。然后转动调整螺栓使 V 带张力至规定值。最后，将支架上的螺母和调整支架以及调整螺栓锁紧。

2.4.3　独立空调系统零部件的检修方法

大客车独立空调系统中，检修调整比较特殊的零部件有如下几种：

制冷剂压力安全阀、油压阀、冷却液温度阀的检修和调整，以及压缩机的修理和发动机的速度调整等，至于其他零部件的检修与轿车空调系统相差无几。

1. 高、低压力安全阀的检修

压力安全阀在制冷剂高压和低压值均超过一定量值时动作，使副发动机停止运转，以保证制冷系统在安全压力下工作，一般压力安全阀的检查步骤如下。

1）电路的检查：在检查压力安全阀本身之前，应先检查其电路。因不同的压力阀有不同的电路，所以这里以日野大客车高、低压力开关分开的电路（如图 12-33 所示）为例说明。检查电路的步骤如下：

① 从制冷剂压力阀上移开空调器的导线。

② 将控制开关置于 ON 的位置，将系统电器的通路接通。

③ 为了检查高压切断阀的电路，需将拆下的导线通电，如果高压切断阀的电路是正常的，那么，此时高压警告灯亮，燃油切断阀应断开，副发动机停止运转。

若否，则应检查电路的各接头、10A 熔丝、放大器、警告灯，以及燃油切断阀是否正常工作。

④ 用同样的方法检查低压切断阀的电路。

2）检查高压切断阀：

① 让空调器正常工作，并用一块薄板盖住冷凝器的前面。这时，高压指示表的压力应逐渐升高。

② 注意高压指示表，记下副发动机停止运转时指示表上的压力数字。如果高压表读数在 $24^{-0.1}_{-0.9}$kgf/cm² 之内，那么高压切断阀是正常的。否则，就要更换。

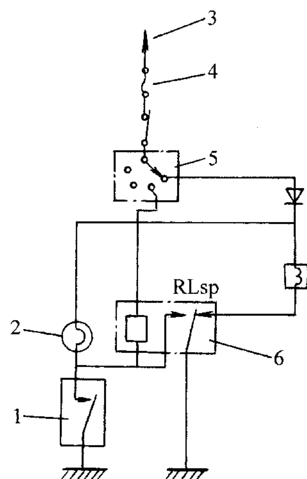


图 12-33 压力开关控制电路
1—制冷剂压力开关 2—指示灯 3—蓄电池 4—10A 熔丝 5—控制开关 6—燃油切断阀

3）检查低压切断阀：

① 开动空调器，拧开干燥器截止阀的帽盖，顺时针方向转动手柄，直至将阀关闭，截断制冷剂的通路。

此时，低压指示表的压力逐渐减小。

② 注意低压指示表，并记下副发动机停止运转时的低压表压力读数。

如果低压表的指示读数是（0.5 ±0.3）kgf/cm²，那么，低压切断阀是正常的，否则，就要更换。

2. 油压阀的检查

当副发动机内的机油压力超过规定的值时，油压阀就会自动熄灭控制板上的指示灯，这表明油路有故障。若副发动机没有油压，它也会自动熄灭指示灯。所以油压阀是用以保证副发动机正常运行的。这样，当油压指示灯熄灭时，便应马上停止空调器工作，检查故障原因，否则会使副发动机受到损害。

检查油压阀的步骤与压力阀类似，现介绍如下。

1）检查油压阀的电路：在检查油压阀本体之前，应首先检查其电路，油压阀电路如图 12-34 所示。

检查油压阀电路的步骤如下：

① 将黄色导线从油压阀上拆下。

② 将控制开关置于 ON 位置，以接通空调系统的电器电路。

③ 如果油压指示灯亮，说明油压阀电路正常；如果不亮，就要按顺序检查电路，电线、接头、油压指示灯、10A 熔丝等。

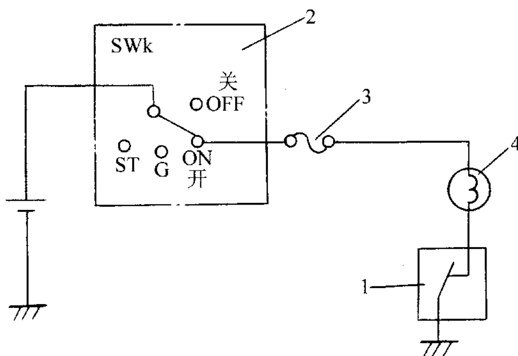


图 12-34 油压阀控制电路
1—油压阀 2—控制开关 3—10A 熔丝 4—油压灯

2）油压阀的检查：

① 在电路完全正常的条件下，副发动机停止工作时，油压指示灯应不熄灭，这时应首先检查油压阀触点的电阻。并用万用表测其触点，此时电阻应为零，若否，应更换油压阀。

② 如果副发动机正在起动时，油压指示灯亮，这时应检查油压阀触头断开时的压力。其方法是对闭合触点施压，此时，触头断开时的压力为（0.3 ±0.1）kgf/cm^2，属于正常。若否，则应更换。

3. 冷却液温度阀的检查

冷却液温度阀是一种石蜡式控制阀，装置在水泵室内自动检测副发动机冷却液的温度。

当副发动机的冷却液温度超过（105 ±2）℃时，冷却液温度阀会自动接通，而此时，副发动机的燃油供应电磁阀断开，副发动机停止运行，这样可保护发动机不发生事故。

1）冷却液温度阀的电路检查：冷却液温度阀的电路图与制冷剂压力安全阀类似，如图 12-33 所示。电路的检查步骤如下：

① 将红棕色的导线从冷却液温度阀上拆下。

② 控制开关置于 ON 位置，使空调系统的电器都接通。

③ 红棕色的导线接地，如果冷却液温度指示灯亮，则冷却液温度阀电路正常。这时，燃油切断阀应断开，副发动机停止运行。若否，就要检查电路中的 10A 熔丝、指示灯、副发动机熄火继电器和发动机熄火电磁阀等。

2）冷却液温度阀的检查：

① 将热敏电阻或热电偶温度计安装在发动机冷却液出口到散热器入口之间的橡胶管内，测试发动机出来的冷却液温度。

② 将控制开关转到 ON 位置，使空调系统的电器接通。

③ 用薄板盖住散热器的前表面，让冷却液的温度上升，开动空调至最冷位置。此时，温度计的指示值应逐渐增加。

④ 记住副发动机停止运转时刻的温度计读数。如果温度计读数为（105 ±2）℃之间，说明这个冷却液温度阀是正常的，否则就要更换。

4. 副发动机速度的调整

通过闪频测速仪或转速表可以测定副发动机的转速。副发动机的转速有三档：

Hi（高）：1700r/min；Md（中）：1300r/min；Lo（低）：1100r/min。

应注意在副发动机运转时进行速度调整是很危险的，因此，在调整速度时，副发动机必须停止运转。

副发动机的速度调节装置如图 12-35 所示，其中发动机调节轴调整部位的结构如图 12-36所示。

1）副发动机高速档的调整步骤：

① 在高速调整端，首先松开调节轴上的定位螺杆上的螺母。

② 拧进或拧出调节轴的定位螺杆，就能调整发动机至符合高速档的标准。

③ 副发动机的转速调整后，用销固定调节轴的定位螺杆，并拧紧螺母，固定位置。

2）副发动机低速档的调整步骤：

① 在低速调整端，松开固定调节轴定位螺杆的螺母。

② 与上述 1）中的步骤相同。

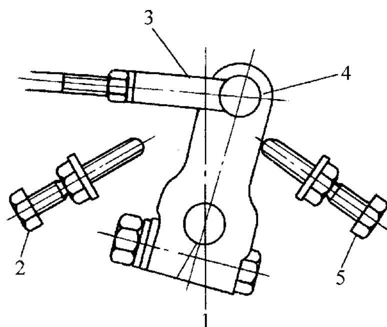


图 12-35 副发动机速度调节装置

1—开始装好位置 2—高速限压器 3—调节轴
4—发动机燃油调节器杆 5—低速限位器

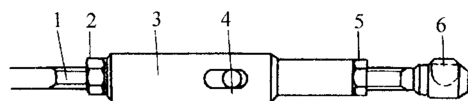


图 12-36 调节轴结构

1—定位螺杆 2—调节螺母 3—套筒
4—定位销 5—轴端 6—接头

3）副发动机中速档的调整步骤：

① 拆下燃油调节电磁阀与调节轴之间的连杆。

② 松开连杆上的螺母。

③ 固定调节轴在原位置。

④ 将连杆拧进或拧出膜盒，就可以调整发动机的转速至符合中速档的转速标准。

⑤ 调整好速度后，拧紧连杆上的螺母。

5. 独立空调系统压缩机的修理

1）注意事项：修理大客车空调压缩机时，必须注意下列事项：

① 维修人员必须具备有关压缩机的相应知识和维修操作技术。

② 必须有一个干净、平整的工作场地；手中有必需的压缩机配件。

③ 现场一般应有两个以上的熟练技术工人。

④ 在拆除压缩机之前，必备如下的设备和工具：起重修理车、起落架、木板、汽车制动停止装置，修理专用工具等，如图 12-37 所示。

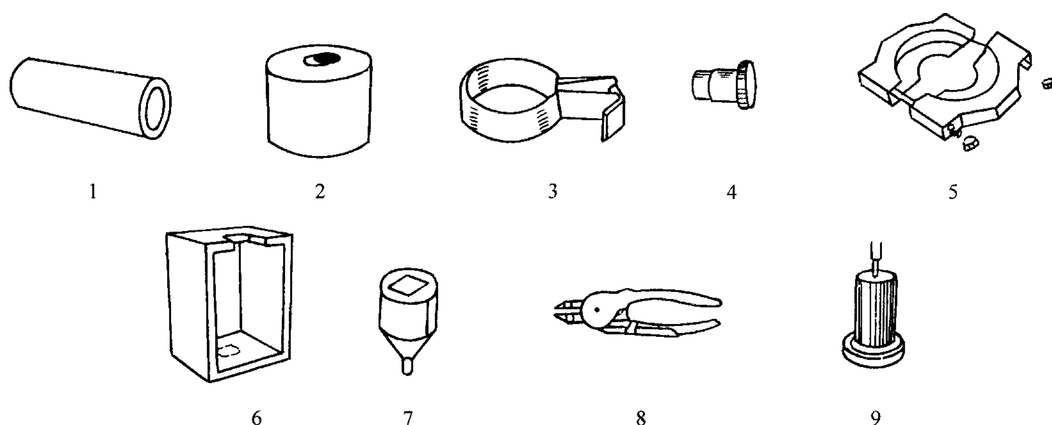


图 12-37 专用修理工具

1—安装轴承工具 2—封板安装工具 3—活塞环安装器 4—拆卸曲轴工具 5—拆卸轴承工具
6—曲轴起落架 7—套筒扳手 8—尖嘴卡钳 9—封板拆卸器

2）从汽车上拆除压缩机和副压缩机的步骤：

① 起动副发动机，关闭干燥器截止阀，按照前述的基本修理技术中介绍的泵储制冷剂的方法，将制冷剂储存在干燥器截止阀与排气检修阀之间。

② 拆除吸气和排气检修阀，并用干净棉布包捆两个阀口和压缩机的进、排气口，以防止脏物进入。

③ 拆除空调系统蓄电池负极线和与压缩机、副发动机相连接的所有导线接头。

④ 拆除副发动机的冷却液管路。

⑤ 拆除驱动轴上的联轴器，并用塑料布盖住所有运动件，以防止灰尘沾污。

⑥ 拆除机架上的四个固定螺栓，用木板放置在两辆手推起重修理车上，然后，卸下副发动机和压缩机。如图 12-38 所示。

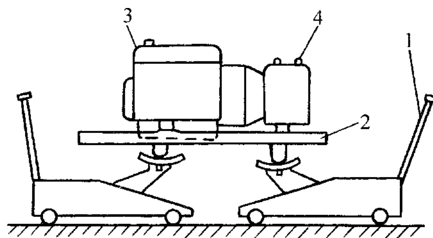


图 12-38　卸下压缩机和副发动机

1—起重修理车　2—木板

3—副发动机　4—压缩机

⑦ 拧开压缩机曲轴箱下面的放油塞，用一个有刻度的容器盛装冷冻润滑油，并用盖封严，待压缩机修好后再加入。如果冷冻润滑油已经变质，则要用同牌号同数量的油注入。放完油后，拧回油塞，其拧紧力矩为 380 ~400kgf · cm。

3）从副发动机上拆下压缩机：

① 如图 12-39 所示，拆下联轴器壳盖板。

② 如图 12-40 所示，先将三块锁止板撬弯，然后从联轴螺栓上取出锁止板；取出六个联轴螺栓和减振橡胶垫，则副发动机飞轮和压缩机轴上的法兰盘即可卸下。

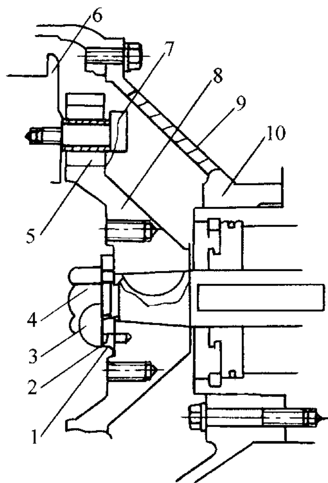


图 12-39　压缩机和副发动机联接

1—定位销　2—锁止板　3—法兰盘上锁止板　4—锁止螺母

5—减振橡胶垫　6—副发动机飞轮　7—锁止板

8—压缩机法兰　9—盖板　10—联轴器壳

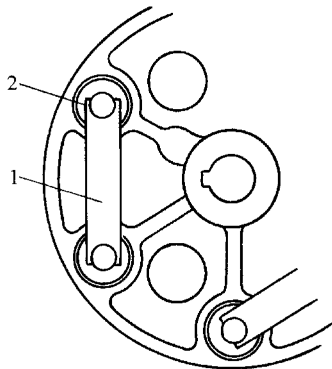


图 12-40　法兰盘的防松装置

1—锁止板　2—减振橡胶垫

③ 松开联轴器壳上的八颗螺栓，压缩机和副发动机即分开。

④ 用专用工具来拆除压缩机曲轴法兰盘，以免损坏曲轴。

⑤ 拧开固定联轴器壳的螺栓，并从压缩机缸体上拆下联轴器壳。

4）压缩机的分解：目前，大客车的独立空调压缩机基本使用多缸曲轴连杆式的往复压缩机。只不过是不同型号的压缩机，其构造略有不同而已，所以在维修时应根据不同的压缩机的结构特点，采用不同的修理方法。图 12-41 是广州牌大客车 6C—500 压缩机的分解图。其分解的顺序如下：

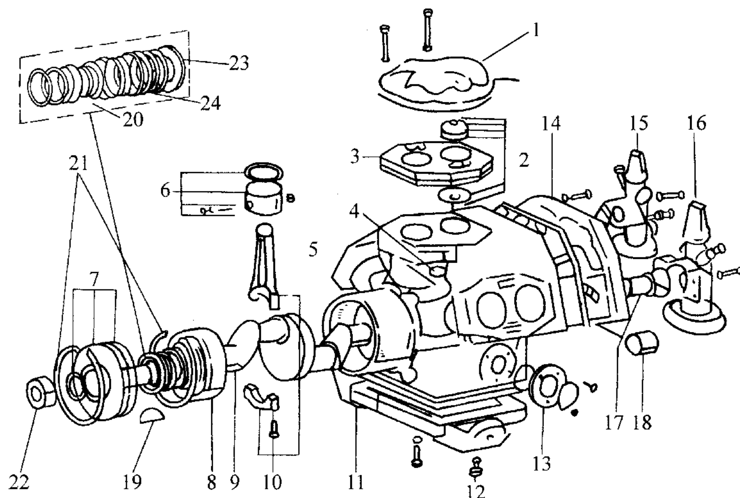


图 12-41 广州空调客车 6C—500 压缩机分解图

1—气缸盖和缸垫 2—吸、排气阀簧 3—阀板 4—加油孔 5—缸体 6—活塞 7—轴封 8—轴承 9—曲轴 10—连杆 11—曲轴箱 12—放油塞 13—油量观察孔 14—前端盖 15—排气检修阀 16—吸气检修阀 17—吸气滤清器 18—曲轴前主轴承 19—键 20—石墨密封件 21—密封卡环 22—锁止螺母 23—弹簧托板 24—弹簧

① 拧下曲轴箱螺栓，并用铜锤轻轻将曲轴箱敲开，然后将它卸下，并清洗干净。

② 拧下前端盖螺栓，并用铜锤轻轻将前端盖敲开，然后将前端盖从压缩机缸体中卸下。

③ 拧下三个气缸盖螺栓，并用铜锤轻轻将气缸盖敲下。取下缸垫，报废。用薄的抹灰铲小心撬开阀板，将定位销拆下，再从阀板上用专用工具拆下吸气阀簧片和排气阀簧片。

④ 拆下观察油位孔中的盖、镜、密封垫圈和镜套，并清洗干净，密封垫圈报废。

⑤ 从曲轴下端拆下连杆螺栓和连杆头，再从缸体上部的气缸中取出六个活塞和连杆。注意一定要记住活塞、连杆、连杆头、螺栓所在气缸的安装位置，以便安装时复位。

⑥ 拧开锁止螺母，并用尖嘴钳取出密封卡环，从轴封处拆卸下轴封、石墨密封件、O 形圈和另外一个卡环。

⑦ 将曲轴拆下装置装在曲轴前端盖处，并用锤子敲击拆下装置，将曲轴从前主轴承上拆下。随后再将滚子轴承从曲轴上卸下。

⑧ 将曲轴的前轴承从缸体的轴孔中拆下，注意此轴承是滑动轴承，需用顶拔器将轴承压出。

5）压缩机零件的检测和部分修复：压缩机零件的加工精度都较高，均严格按照有关标准生产。所以一般的汽车修理厂均不具备修理条件，因此对空调零件的检测和修复只是个别零部件，而对大部分零件均采用更换的方式。

① 缸体和活塞：缸体是压缩机的主体，修理时，可用百分表检查气缸的圆度和圆柱度，用卡尺检查轴孔内径和活塞外径。若气缸和活塞的间隙超过 0.5mm 时，便要对气缸进行镗缸或更换气缸套，以使气缸和活塞间隙保持在 0.095～0.175mm。若曲轴轴承孔径不符合要求，则要镗孔和镶套，以恢复到原来尺寸精度。活塞一般是用更换的方式。

② 连杆轴瓦：连杆件是不可修复的，但也不容易损坏，只是在其大头轴瓦和小头轴瓦出现磨损严重时予以更换，若大头轴瓦磨损较轻，而一时又找不到配件，可以进行刮削修复。其方法是用锋利的刮刀，从轴瓦两端面分别向轴瓦中心刮，刮刀用力要轻和均匀，检查方法是采用红丹法，轴瓦和轴的接触面每 25mm×25mm 面积上有 19 个以上均匀分布的点子即符合要求。

③ 曲轴的检测：曲轴常见的故障是产生裂纹、变形、曲轴轴承位和曲柄销磨损、擦伤、烧伤、轴封部位的擦伤、划痕、曲轴键槽磨损，以及各个润滑油孔的堵塞和配合面拉伤。

曲轴的变形可用曲轴相互位置精度检查仪器检测，如图 12-42 所示。如果变形超过 9 级精度，则需更换曲轴。

主轴颈和曲柄销的圆度和圆柱度误差超过要求，可在曲轴磨床上进行修磨。如果磨损较小，一般不用修理。

但当曲轴颈和曲柄销磨损十分严重，或有裂纹时，则一定要换掉。裂纹可用超声波探伤或磁力探伤仪检查，土办法可用漂白粉和放大镜观察。

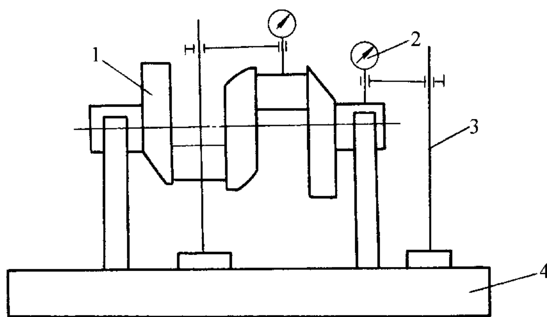


图 12-42　曲轴相互位置精度检测

1—曲轴　2—千分表　3—保持架　4—检测台

曲轴的轴封部位主要损坏是腐蚀。如果腐蚀不严重，则可用细砂纸进行手工修磨，然后用研磨膏抛光后，再继续使用。若锈蚀至产生凸凹点和麻点，则要更换曲轴。

④ 轴承：对于进行修理的压缩机，轴承不论磨损量大小，均要更换。

⑤ 轴封：对于汽车空调压缩机，制冷剂的泄漏往往发生在轴封部位。所以轴封零件最好更换新的，如果缺乏配件，可以按下面方法修复。

将拆下来的轴封零件洗净，如发现摩擦环表面磨损严重或有深痕，裂纹等，都必须更换零件。轴封的表面磨损不严重时，只需将其平面进行精心研磨，即可修复。

零件的研磨，可放在平台或玻璃板上进行，用 250、500 号砂纸先进行精磨，然后在玻璃板上（干净的）放少量煤油和研磨砂，将要研磨的平面用力均匀地呈∞形移动，并不断转动手握零件的位置，以达到平整光洁的表面。

装配时，一定要在摩擦表面涂抹一层冷冻润滑油，以免拉伤表面。

⑥ 阀板与阀片簧：阀板与阀片簧经常出现的故障如下：阀板的磨损和破裂；阀板上的密封线损坏；阀板弯曲变形；阀片簧疲劳折断、变形丧失密封功能。

当阀板和阀片簧破裂、折断、变形严重，均需更换。如果阀板磨损量超过 0.15mm，变形量超过 0.15mm 时，也要更换。

当阀板表面有轻度的划伤，凹痕时，可进行修磨；若阀密封线已缺口损坏，则应更换。

对阀板的研磨，应在平板上放少许煤油加研磨膏进行，研磨膏先粗后精。

为达到阀板平直，研磨阀板时应按∞图形进行，且手压阀板的位置不断变化，用力均匀。

对于阀口线的研磨，应车制一个专用胎具，类似研磨发动机进排气阀门的胎具一样，放进研磨膏进行研磨。

研磨完成后，用煤油清洗干净，并用皮碗吸住阀板，以维持10s不下落为合格。阀板经过多次磨削后，阀片簧的相应升程将有所变化，因此，装配阀板和阀片簧时，应该用深度尺或塞规测量吸、排气阀片的开启高度，并将其调整到规定值。

6）压缩机的装配：装配压缩机应按照规定的装配程序进行。才能达到正确安装、工作量小的目的。装配程序一般分为：清洗零件；部件装配；整机装配；整机检验。

① 清洗零件：压缩机零件在装配之前应进行彻底的清洗，以保证压缩机的质量和寿命。清洗前，首先用压缩空气将零件上的螺孔、气道、夹槽中的污物和铁屑等吹掉，然后放到汽油或三氯乙烷中进行清洗。清洗干净后再进行风干或烘干。

② 部件装配：装配之前，首先要确定装配的间隙。装配间隙的确定方法有三个：一是生产厂的技术图纸；二是解体时的测量记录；三是按一般机械零件配合标准规定的间隙尺寸进行处理。

a. 活塞连杆的组装：活塞和连杆在组装时，应先将小头衬套压入连杆小头孔内，压入时注意油槽孔的方向，油孔要朝上，然后再检查衬套公差尺寸与活塞销的间隙（间隙配合要求公差在（+3～+23）μm）。然后在活塞的一端装上活塞销挡圈，并把沾有冷冻润滑油的活塞销与活塞和连杆小头组装成一体，再在活塞的另一端装上活塞销挡圈。应注意的是连杆和活塞装配时，两端的方向应与拆下时一致。由于活塞孔与销的配合是过渡配合（-0.011～0.005mm），所以，最好把活塞放入100℃的热油池中加热3～5min后，使活塞销孔略有膨胀后，再装配活塞销就容易得多。

活塞环套上活塞后，用手转动环时，应灵活无阻，装配次序是先装油环，后装气环。

活塞连杆组装后，必须检查连杆和活塞销能否自由转动，如卡住，就要拆卸调整零件后再装，亦可以用刮刀刮大连杆套筒。

b. 阀板和阀片簧的组装：装配阀板时，一定要认真检查阀板上高低压阀门线的研磨情况，全部阀线必须完整。研磨胎具可以用一铸铁作磨头，涂上200号金刚砂膏外加一点煤油，然后再用绿色的碳化铬膏研磨，最后清洗烘干。

装配顺序是排气阀片先放在阀板的阀线上，接着安放簧片在升程限制器孔内后，再把限制器平放在排气阀片上。并将气阀螺钉穿过吸气阀片的中心孔，从阀板底部穿入排气阀片的中心孔，最后用螺母拧紧，把开口销销紧。如图12-43所示。

c. 把新滚动轴承装入曲轴颈处，将新的滑动轴承装在缸体上。安装滚动轴承应用铜锤轻轻敲打在安装套筒上，而安装滑动轴承则如图12-44所示。也可以用铜锤轻轻敲打安装器，让滑动轴承慢慢装进气缸体的轴承孔内。

③ 压缩机整机安装：

a. 两个人扛起曲轴，小心地从轴封安装处放进曲轴，另一个人从润滑油箱下部托起曲轴端部，将其送入滑动轴承部位，然后用铜锤轻轻敲打曲轴另一端，让曲轴进入缸体的两个轴承安装部位。注意：安装前应在曲轴的两个端面和曲柄销处涂上冷冻润滑油。最后装上开口环固定曲轴。

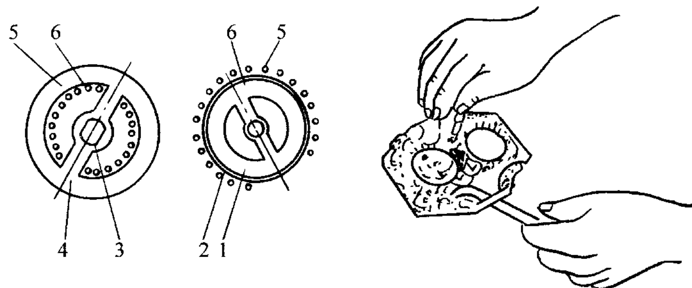


图 12-43　阀板和阀片簧的组装

1—舌簧限位器　2—排气阀片簧　3—螺孔　4—吸气阀片簧　5—吸气孔　6—排气孔

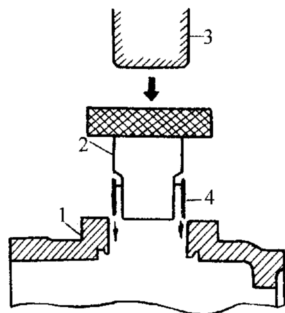


图 12-44　滑动轴承的安装

1—缸体　2—曲轴轴承安装器　3—压机　4—滑动轴承

b. 拆开连杆大头的螺栓，并用冷冻润滑油涂抹大头内孔，用活塞环夹紧器将连杆活塞组送进气缸中，并从缸体底部来拧紧连杆大头螺母。安装连杆活塞一定要注意原来装配的编号，而且连杆大头盖与原连杆配对。一个个进行配对安装。全部连杆活塞装好后，用手转动一下曲轴，应转动灵活。而无阻滞感。

c. 装上前端盖，如果有吸排气维修阀也要装上。应注意在密封处涂抹冷冻润滑油。

d. 装上涂抹过冷冻润滑油的石棉缸垫后，便应将定位销插进缸体的定位孔内，再装上阀板，最后把涂冷冻润滑油的气缸垫圈和气缸盖安装在缸体上。

e. 把机油滤清器安装好后，再安装石棉垫和曲轴箱。注意：滤清器安装前一定要清洗干净，最好更换新的滤清器。

f. 安装冷冻润滑油观察镜，注意：安装时 O 形圈一定要换新的，并涂抹冷冻润滑油。

g. 安装轴封。首先要求所有轴封零件都要干净。每个零件均应抹上一层冷冻润滑油。将弹簧托板、弹簧和石墨轴封依次套入轴颈上，再装轴封和 O 形密封圈，最后装上卡环，拧紧锁止螺母。

h. 装上压缩机法兰。转动法兰，整个压缩机应转动灵活，无阻滞。

i. 加注冷冻润滑油，其数量即是放卸冷冻润滑油的量。再用手转动压缩机法兰，其油面应在观察镜的油平面合适位置上。然后拧紧油塞。

j. 试车试验：装配完毕后，安装回汽车上，对压缩机抽真空，并加注冷冻润滑油，再试车运转。试车运转有两个目的：一个是磨合，二是检查曲轴上轴封在动磨合后的密封性是否良好。

第 13 章　非电控汽车空调系统的诊断维修技术

前面的章节已就汽车空调的结构布置形式、构造，以及工具的配备、使用，空调系统零部件的维修方法，均对读者做了详尽的介绍。本章各节所介绍的，事实上是上述知识的应用——维修工作中最关键的一个环节——故障诊断。这如同一个大夫面对你的病人一样，根据症候和病人自述判断他的病情和开出药方进行治疗。不同的是，我们面对的“病人”是汽车空调而已。当然这也有一套程序和方法，根据客户——驾驶人对所使用汽车空调情况的叙述，你在现场也开机测试了，再根据我们下面介绍的程序进行判断，进行故障诊断和故障排除，想来绝大多数问题均会迎刃而解，至于说判断的速度和准确度，这又与你对前述知识理解掌握的程度和经验有关了。当然对于读者来说，随着接触汽车空调的增多，这种水平自然会提高。

1　一般汽车空调的故障判断程序及排除方法

1.1　一般汽车空调系统制冷系统故障判断程序及排除方法

对汽车空调系统故障的判断应掌握下面原则，即先全局后局部。具体说来，当你听了驾驶人对空调运行的某种故障的陈述后，你应由系统着手进行判断，然后再去确定是某部件，进而确认是某零件或管路，然后采用前述的方法进行故障排除或维修。

一般说来，汽车空调中的制冷系统结构复杂，接头管线多，运行环境恶劣，因此它的故障有 80% 出在该系统中，应予以特别重视。另外，由于空调的时效性即大热天坏了空调，要求快修的心情可以想见，是非常迫切的，所以对维修者来说，迅速判断故障位置所在和尽快排除修复就显得非常必要。就驾驶人员而言，来报修时，一般而言是这样：①完全没有冷气供给；②供给冷气量不足；③供给冷气量不连续；④空调系统噪声很大（这是指超过人耳的忍受能力了）。下面就根据客户的口述，维修人员如何进行判断的程序和处理方法进行介绍。

1.1.1　完全没有冷气量供给的报修

对于这样的报修问题，维修人员首先应把问题想简单一点，即是否是开关接头问题，进而是控制系统零部件问题，最后再想到压缩机零部件问题，所以判断程序如下：

1. 开关接头故障判断及排除方法

1）A/C 熔丝烧坏。此时可查明原因，更换熔丝。

2）A/C 开关故障。此时查明原因，修复或更换。

3）电路断路器有故障。此时查明原因，修复或更换。

4）电路中接线接头折断或脱落，此时检查线路，将线路和接头接通。

2. 电器元器件故障判断和排除方法

1）主继电器接触不良或其他故障。此时检查主继电器，修复或更换。

2）离合器电磁线圈短路烧毁。此时查明原因，若短路则更换。

3）恒温开关或放大器失灵。查明损坏原因，更换损坏元件。

4）热敏电阻器故障。查明有故障，更换。

5）蒸发器风扇电动机或继电器故障。若是电动机故障应更换，继电器故障应修复或更换。

6）高压或低压开关故障或断开，查明断开原因，有故障更换。

3. 传动系统故障和排除

若 V 带松弛，应予调整到合适位置，折断则应予更换。

4. 制冷剂输送系统的故障和排除

1）储液干燥器或膨胀阀堵塞故障。查明原因，再按有关方法排除堵塞，使其畅通。

2）制冷剂全部泄漏故障和排除。一般而言常见泄漏部位有如下部位：软管破损、压缩机轴封泄漏、储液干燥器上的易熔塞熔化，或其他部位泄漏。

5. 压缩机故障判断和排除

1）压缩机的进排气阀门断折或阀板磨损。查明原因，将阀门或阀板拆换。

2）缸盖密封垫损坏。查明原因后予以更换。

1.1.2　输出供冷量不足的报修

对于这样的报修问题亦应按前述的由简入繁的程序对故障原因进行查找。

1. 供冷组件故障判断和排除

1）蒸发器风扇转速太慢的故障和排除。首先查清是否接头松动，调速电阻是否失效，并采取相应措施，若不是便应拆下风扇，进行更换。

2）蒸发器的气流不畅通的故障和排除。此时应清理其表面，并修理温度混合风门。

3）蒸发器压力控制阀故障。此时应更换。

4）冷凝器的气流不畅通。此时应清理冷凝器。

5）蒸发器结霜堵塞故障排除。此时调整恒温开关或压力控制器。

6）蒸发器风箱壳泄漏故障排除。此时应进行焊修。

2. 离合器系统故障判断和排除

1）离合器因磨损过量而打滑的故障和排除。查出磨损件予以更换。

2）离合器因输入电压过低而打滑的故障和排除。查出原因，按需要输入规定电压。

3）离合器离合过于频繁的故障和排除。查清原因，调整恒温开关或温度放大器，若无效则应更换。

3. 电器故障判断和排除

1）热敏电阻故障，此时应先检查，若失效则予以更换。

2）温度放大器或恒温开关故障，查明原因，若失效则分别予以更换。

4. 制冷系统管路故障判断和排除

1）制冷系统中制冷剂过多或不足故障。查明原因，相应抽排出多余制冷剂，或添入适量的制冷剂。

2）系统内混入空气。此时应首先将制冷剂抽出，并抽成真空状况，然后再添入规定的制冷剂。

3）冷冻润滑油过多故障。此时应排除多余冷冻润滑油。

4）储液干燥器堵塞故障。此时应首先更换滤网，若故障还不能排除则应更换组件。

5）膨胀阀滤网堵塞故障。此时应卸下滤网，清洗或更换。

6）孔管滤网堵塞故障。此时应卸下滤网清洗并将液气分离器更换。

5. 压缩机进排气阀腔窜气故障判断和排除

此时应更换缸垫。

6. 车外循环风门关不死故障判断和排除

此时应修理或更换配用的真空驱动器。

1.1.3 供给冷气量间断不连续的报修

1. 离合器系统故障判断和排除

1）离合器线圈电路接触不牢或接地松动故障。此时首先应将接头补焊，或将接地接头拧紧。

2）离合器电压低而有时打滑故障。此时应查清原因，保证供给电压正常。

3）离合器打滑或磨损严重。此时应对离合器摩擦面油渍进行清洗，或更换磨损件。

2. 连接插头插座松脱故障

此时应接牢插座或将其更换。

3. 电器故障判断和排除

1）主继电器或风扇继电器故障。更换相应继电器。

2）风扇变阻器故障。更换变阻器。

3）电动机接触不良。更换风扇电动机。

4）恒温器或温度放大器故障。此时应检查热敏电阻，看其是否失效，如未失效则对上述部件分别进行更换。

5）恒温器断开温度过低故障。此时应重新调整。

4. 制冷系统管路故障和排除

1）系统管路内含水量过大故障。此时应更换干燥剂，排空原制冷剂，然后抽真空，重新充注制冷剂。

2）膨胀阀失灵，感温包松动故障。此时检查感温包或更换膨胀阀。

5. 蒸发器压力控制器故障判断和排除

此时应予以更换。

1.1.4 系统噪声过大的报修

一般按以下几个部分顺序检查：

1. 传动系统故障判断和排除

1）传动 V 带轮松弛打滑。此时应调整张紧带轮，若已无法调节则应更换。

2）V 带过紧引起的压缩机振动，调整 V 带张力。

3）带轮中心线不平行，引起的压缩机振动。此时应重新安装压缩机，使其中心线平行。

4）带轮轴承磨损故障，此时更换轴承。

2. 离合器系统故障判断与排除

1）离合器打滑故障。此时若查清油渍位置，则应清洗和修理。若是弹簧或卡盘坏了，则应更换离合器。

2）离合器电磁线圈接头松动故障。此时先拧紧接头，若不起作用则应更换线圈。

3）离合器轴承磨损，间隙过大或缺油故障。此时若系前者应更换离合器，后者则加润滑油即可。

3. 压缩机故障判断与排除

1）压缩机安装螺钉松动，支承板松动故障。此时前者拧紧螺钉即可，后者则应更换。

2）进排气阀门损坏故障。应予以更换。

3）活塞环磨损故障，修理或更换压缩机。

4）敲缸。应打开高压维修阀进行检修。

4. 制冷系管路故障判断与排除

1）制冷剂过量引起的高压管、压缩机的敲击声，此时应排放制冷剂，直至高压表示值正常为止。

2）制冷剂不足引起蒸发器进口的嘶嘶声故障，此时应查清有无泄漏；如无泄漏则应补漏，然后加足制冷剂。

3）制冷系统水分过量故障，此时应更换干燥器，排除原制冷剂，系统再次抽真空，充注制冷剂。

5. 风扇叶片变形引起的噪声和电动机轴承磨损引起叶片和机罩摩擦

应维修或更换风扇。

以上介绍了几种报修情况的检查和解决办法，但应注意的是，这些报修情况在查找故障原因中呈现的相关性，比如同样是 V 带故障，亦会造成不供冷和产生噪声过大。同样的制冷剂不足、过量会造成输出冷气不足和噪声过大，而制冷剂含水量多则会同时造成噪声或供冷量不足或断续，所以在遇到客户报修几个问题时，亦应理出头绪，即排除有关故障，几个报修问题均可解决。

1.2　一般汽车空调加热系统的故障判断程序和排除方法

和前述制冷系统一样，故障的判断程序为听了驾驶人的报修情况后，按由简入繁的程序进行故障的具体部位判断，然后采用前述的维修方法进行故障的排除。

1.2.1　不供暖或供给暖气不足的报修

1. 送风系统故障判断和排除

1）空调器送风机损坏故障。此时用万用表测量电阻，电阻值为零则予更换。

2）送风机继电器、调温器损坏故障。此时亦应用万用表测量其电阻值，如为零则予更换。

3）热风管道堵塞故障。此时应清除堵塞物。

4）温度门真空驱动器损坏故障。更换真空驱动器。

2. 加热器系统故障判断和排除

1）加热器漏风故障。此时更换加热器壳。

2）加热器芯管子内部有空气故障。此时应将空气排除。

3）加热器翅片引起的通风不畅故障。此时应先对翅片进行校正，无法排除则予更换。

4）加热器芯管子积垢堵管故障。此时采用化学方法对管子进行除垢。

3. 水路系统故障判断与排除

1）冷却水管流动不畅故障。此系水管弯曲造成，应予更换。

2）热水开关或真空驱动器失效故障。如是真空驱动器过紧的情况应进行检修或更换，以保证还有足够的供暖热水量。

3）发动机的石蜡节温器失效故障。应更换节温器。

4）冷却液不足故障，此时首先应补足冷却液，并应检查散热器盖是否漏气。

1.2.2 送风系统停止运行的报修

1）熔丝熔断或开关接触不良的故障判断和排除。此时首先应更换熔丝。如是开关故障则应用细砂纸轻擦开关触点，予以排除。

2）送风机系统故障判断和排除

① 送风机电动机绕组烧坏故障，应更换绕组。

② 送风机调速电阻断路故障，此时应更换电阻。

1.2.3 管路泄漏的报修

1）软管老化故障，更换软管。

2）接头不牢故障，检修接头紧固。

3）热水开关不能闭合故障，修复热水开关。

1.2.4 供暖过热的报修

1）调温风门调节不当故障，此时应重新调定。

2）发动机节温器损坏故障，更换节温器。

3）风扇调速电阻损坏故障，更换电阻。

1.2.5 除霜热风不足报修

1）除霜门调整不当故障，重新调定。

2）出风口堵塞故障，清堵。

3）供暖不足故障，排除方法同前所述。

1.2.6 操纵吃力或不灵故障

1）操纵机构卡死故障，应重新调定。

2）风门过紧故障，应修理。

3）所有真空驱动器失灵故障，应全部更换。

1.2.7　加热器异常报修

加热器漏水故障，经检查，若为进出水接口，则予堵漏；若系管路漏水，应予更换。

1.3　一般汽车空调系统各部件的故障判断程序和故障排除

前面介绍的是根据驾驶人关于系统故障的报修进行故障的判断程序和排除方法，但有时又是这样一种报修情况：即对故障的部位已基本确定的报修。这是一种直接情况，另外还有一种间接情况，即制冷机的吸力、压力不正常的指示的报修，下面便根据这两大类报修情况的故障判断程序和故障排除方法进行介绍。

1.3.1　系统部件故障已确诊的报修

1. 带轮故障的报修

1）带轮不对中故障判断和排除。此时应调整带轮轴向位置使其对中。

2）带轮太紧或太松故障判断和排除。此时应对其松紧程度进行调整。

3）V 带规格不对，应予更换。

4）制冷剂充注过多，引起压缩机负荷加大导致的带轮打滑故障，此时应排除多余的制冷剂。

5）惰轮轴承损坏故障，应予更换。

2. 离合器噪声的报修

1）线圈安装不当，间隙过大故障判断和排除。此时应使线圈和离合器对中，并使间隙合格。

2）带轮未拧紧，此时拧紧螺钉即可。

3）压缩机轴上的键配合不当故障，此时应对键间隙重新选配。

4）打滑噪声故障，此时应对离合元件进行清洗或更换磨损严重的零件。

3. 离合器失灵的报修

1）熔断器烧毁，此时应查清原因后更换。

2）离合器电路断路故障，此时应对线路的通断、接头的牢固性、各开关的可靠性检查、修复，若无法修理则予更换。

3）离合器电磁线圈短路故障，此时应更换电磁线圈。

4）电源电压过低故障，此时应检查接头和接线是否接触不良，若有应予处理。

5）恒温开关或温度放大器损坏，应予更换。

6）压缩机坏，应更换压缩机。

4. 风扇停止运行报修

1）熔断器烧断故障，查清原因后接上熔丝。

2）风扇电路断开故障，查清线路通断、接头松动情况后予以处理。

3）调速电阻器及开关失灵，此时应予更换。

4）地线松脱生锈或锈蚀，此时除锈、紧固。

5. 风扇转速太慢的报修

1）风扇电路接触不良或导线漏电故障。此时应查清原因排除故障。

2）风扇轴变形，应予矫正。

3）调速电阻烧断，应予更换。

4）电压太低故障，此时应检查电源、电路电压，并将故障排除。

5）固定叶片的定位螺钉松动，拧紧螺钉。

6. 蒸发器冻结的报修

1）恒温开关调定温度过低，应重新调定。

2）恒温开关或温度放大器失效，应更换。

3）经过蒸发器的风量不够，应调高风速。

4）膨胀阀失灵，应更换。

5）蒸发器压力控制器调定压力过低，此时应重新调定或更换。

6）制冷剂过多，排除多余的制冷剂。

7. 压缩机停止工作报修

1）传动带破损，应更换。

2）离合器电路断路，更换导线或开关。

3）离合器电磁线圈短路，更换电磁线圈。

4）恒温开关或温度放大器损坏，应更换。

5）压缩机活塞环或活塞损坏，造成卡缸现象，此时更换压缩机。

8. 压缩机振动太大报修

1）压缩机压力表高压值太高，参照后面 1.3.2 中所述的方法处理。

2）紧固螺钉松脱或断裂，进行更换或拧紧。

3）压缩机带轮安装位置不正，此时应校正曲轴和压缩机轴位置关系，然后拧紧螺钉。

4）离合器在压缩机机体上未固紧，此时拧紧螺栓即可。

5）制冷剂量过多，排除多余的制冷剂。

6）带轮和惰轮轴承磨损，更换轴承。

7）带轮松动或损坏，更换 V 带。

9. 压缩机缸盖密封和缸垫损坏报修

1）缸盖 O 形密封圈老化破损，此时缸盖和离合器罩上均会出现泄漏油渍。排除方法是从发动机上卸下压缩机，更换 O 形密封圈和储液干燥器。

2）缸垫损坏，这会引起吸气腔和排气腔窜气，使空调无冷气输出，压缩机温度很高，高、低压两端的压力值相同且很低，排除方法是从发动机上卸下压缩机，更换气缸垫。

10. 发动机过热的报修

1）风扇带轮打滑故障，此时应调整带轮松紧适度。

2）发动机点火不正时，调整正时点火。

3）缺少冷却液，加足冷却液，并检查密封橡胶，如损坏应更换。

4）散热器盖泄漏，更换密封橡胶。

5）冷凝器翅片堵塞，清除堵物。

6）发动机冷却风量不足，应更换叶片。

7）发动机水路不通，用高压水冲洗。

1.3.2　故障表现为由制冷机吸、排气压力异常的间接方式报修

1. 吸气压力过高，排气压力正常，隐含故障的报修判断和故障排除

1）车内温度过高（引起制冷负荷加大）。此时应采取的措施是关闭车门窗和外部气源门。若还不能恢复正常，便应检查门窗和气源门的密封性，若密封性不良应予维修。

2）膨胀阀感温包松动或绝热不良，此时应将感温包扎紧，并加强绝热，以保证接触良好。

3）膨胀阀常开，应更换。

4）膨胀阀感温包内制冷剂漏光，应更换感温包。

5）压缩机阀门簧片损坏，更换阀门簧片。

6）压缩机气缸垫漏气，更换气缸垫。

2. 吸气压力正常，排气压力过高，隐含故障的报修判断和故障排除

1）管路堵塞（制冷剂中含有杂物），堵塞处有结霜，此时应将不洁的制冷剂全部换掉。

2）储液干燥器堵塞，应更换储液干燥器。

3）冷凝器表面有杂物，应除去杂物和灰尘。

4）发动机散热器和冷凝器距离过小，应卸开重新进行安装，以减小它们的距离，减低冷凝器温度。

5）系统中有空气，应排除空气。

6）冷凝器风量不够，应更换风扇。

7）制冷剂充注过量，应排除多余的制冷剂。

3. 吸气压力过高，排气压力亦过高，隐含故障的报修判断和故障的排除

1）车内温度过高。关闭外循环阀门，维修门窗密封不佳处。

2）冷凝器风量不够。应增加冷凝器处冷却风量。

3）冷凝器冷却风扇不转或不对中。检查原因，维修风扇。

4）冷凝器和发动机散热器距离太近。用前述方法调整二者距离。

5）感温包松动、破裂或与蒸发器出口接触不良。此时应扎紧感温包，感温包破损则应更换膨胀阀，以保证感温包绝热和接触良好。

6）系统充注制冷剂过量，排除过量的制冷剂。

7）系统内混入空气，应排除空气。

4. 吸气压力过高、排气压力过低，隐含故障的报修判断和故障排除

1）压缩机阀门或阀片故障，应更换阀门或阀片。

2）压缩机缸垫损坏，更换缸垫。

3）恒温开关失准或在蒸发器中安装不正确，此时应重新校准恒温开关，感温包或热敏电阻应安装良好，并安在最能代表蒸发器温度之处。

4）蒸发器压力控制器压力调定过高，应重新调正。

5. 吸气压力过低，排气压力过低，隐含故障的报修判断和故障排除

1）系统制冷剂量不足，先查有否泄漏，补漏后补足制冷剂。

2）压缩机气缸泄漏，应更换缸垫。

3）压缩机吸气阀泄漏，应更换阀板。

4）排气阀变软或损坏，应更换阀板或簧片。

5）压缩机活塞磨损，应更换压缩机。

读者从上面介绍的故障判断和排除方法，可以看出某一故障的表现，有时可能是多种多样，最终却就是同一故障。有时一种故障表现，却是系统里多种故障的表征，这点一定要注意，一定要把故障全部排除，不留隐患。

2 独立式汽车空调的故障判断程序及排除方法

一般而言独立式空调以大型客车为多，所以下面便以大型客车的独立空调的故障判断程序和排除方法为例介绍给读者。

大型客车独立空调有如下特点：有一副发动机来驱动压缩机，制冷量大，体积大，另外其控制电路、控制部件、配风，以及供暖的独立热源配置，都决定了它比轿车之类配置的汽车空调要复杂，其维修自然也有其不同之处了。

由于采用独立空调的大型客车的空调系统自控程度都较高，这样前述的空调系统许多故障，在控制板上都有所显示，所以当客户像前述那样进行汽车空调故障报修时，维修人只需从控制板上的指示灯和控制键的显示情况，便会找到许多故障的原因。不过需要说明的是控制板上所显示的故障均是与空调电气，或与该部分有关的元器件发生的故障，这说明由于结构的复杂，还有一些故障还是得通过前述的方法进行判断和排除。

2.1 独立式空调控制板上显示的制冷系统故障判断程序和排除

2.1.1 高压指示灯亮，副发动机停止的故障判断和排除（压力太高）

1）系统中制冷剂过量，排除多余的制冷剂。

2）系统中混入空气，放掉全部制冷剂，然后查漏、补焊、抽真空，重新注入制冷剂。

3）两车停靠太近，冷凝器散热困难。此时将车移位即可。

4）冷凝器发生 V 带打滑，制冷风量不足，此时更换 V 带或张紧 V 带即可。

5）冷凝器翅片和管道不洁受堵，此时应排除受堵不洁之处。

6）排气阀与储液干燥器之间堵塞，清理排堵。

7）高压开关在较低压力下即起动。此时应调整高压开关的动作压力至设定高压。

2.1.2 低压指示灯亮，副发动机停止时故障判断程序和排除（压力太低）

1）系统中制冷剂量太少，查漏补焊后充足制冷剂。

2）储液干燥器截止阀关闭，打开截止阀即可。

3）储液干燥器与吸气阀间管路堵塞，查堵并排除。

4）膨胀阀堵塞，校验阀的工作情况，修理或更换。

5）压缩机的冷冻润滑油太多，放卸多余油至规定油量。

6）蒸发器进气滤网被杂物堵塞，应予清除。

7）蒸发器结霜或通风量不足，由于是受送风机 V 带过松打滑或送风机烧坏所致，所以

应进行蒸发器翅片清洗，调整带轮张力或更换 V 带、更换风扇电动机。

8）低压开关在正常的工作压力起动。此时应调整低压开关的起动压力。

2.1.3　冷却液温度指示灯亮，副发动机停止故障判断程序和排除

1）散热器内冷却液量不足，查漏后加注冷却液。

2）水泵故障，修理或更换水泵。

3）管路堵塞，清洗散热器管路。

4）风扇 V 带打滑，更换 V 带。

5）冷却液温度开关在正常工作时就接通。校正冷却液温度开关至设定工作温度。

6）散热器散热片杂物积尘太多。清洗散热片。

2.1.4　1～2 个灯亮，但副发动机不自动停止的故障判断和排除

1）副发动机电路开路或接头松动，查清电路并将接头接牢。

2）副发动机熄火继电器故障。应予查修，若无法修复则予更换。

3）副发动机的熄火电磁阀有故障。应予查修，若无法修复则予更换。

2.1.5　副发动机自动停止，但指示灯不亮的故障判断和故障排除

1）指示灯失灵，应更换。

2）指示灯安装错误，应重新安装。

3）线路故障（冷却液温度电路、压力报警灯电路），检查线路，拧紧接头。

4）燃油用完，加油。

5）熄火继电器故障，检修或更换。

6）熄火电磁阀故障，检修或更换。

2.1.6　副发动机在运转中，油压指示灯亮故障的判断和排除

1）副发动机的机油量不足，加足机油。

2）油压开关启停压力太高，检修和调整油压。

3）机油滤清器堵塞，清堵或更换。

4）机油管路堵塞，油路清堵。检修发动机。

5）机油泵故障，检修或更换。

6）机油粘度太低，更换粘度高的机油。

2.1.7　当控制开关旋至 Auto 位置时，发动机无法高速运转故障的判断和排除

1）线路或副发动机速度转换线路故障。将松动或断开的线路接通，无法解决则更换。

2）熔丝熔断（10A），应更换熔丝。

3）温控器故障。应检修，无法排除则更换。

4）副发动机速度转换电磁阀故障。检修故障，无法排除则予更换。

5）电磁阀和油门之间的连动杆故障。此时应检修连动杆，调整距离，无法解决则予更换。

6）喷油泵的调速器故障。应修理调速器，并进行调整，无法解决则予更换。

2.1.8 当控制开关转到 ON 的位置，油压灯不亮的故障判断和排除

1）线路或油压灯电路故障，此时应拧紧松开和接通断开处，无法解决则更换。

2）熔丝（10A）熔断，更换熔丝。

3）指示灯失灵，应更换。

4）指示灯安装错误，应重新安装。

5）油压开关无压下断开功能，应检修或更换。

6）开关钥匙在 OFF 的位置触点断开，应检修或更换。

2.1.9 钥匙开关在 OFF 位置副发动机不停止工作的故障判断或排除

1）副发动机的停止电路故障，此时检修松动或断开的电路，无法排除则更换。

2）没有安置 OFF 位置，安置 OFF 的位置。

3）钥匙开关故障，检查触点，减小电阻或更换开关。

4）副发动机电路总开关动作太大，修理或更换总开关。

2.1.10 钥匙开关在 ON 位置，副发动机无法起动的故障判断和排除

1）副发动机起动线路故障，检修松动或更换断开线路，无法解决则更换。

2）起动机故障，更换起动机。

3）钥匙开关触点开路或电阻太大，此时应检查触点，减小电阻，无法解决则更换。

4）副发动机电路总开关电阻太大，应修理或更换。

2.2 大客车独立式空调制冷循环系统故障的判断程序和排除

前面已叙述了从控制板上显示的异常来判断循环故障的程序和排除方法，但是有时候存在不通过控制板显示或控制板显示不能发现的故障，应用一般汽车空调的修理方法同样能得以解决。同轿车一样，独立式空调大车中的制冷循环故障乃是重点需要排除的故障，下面按系统噪声、副发动机及制冷系三类故障予以介绍。

2.2.1 空调系统噪声过高故障的报修

1. 整机原因

1）机座紧固螺栓松动或脱落，应拧紧或补上。

2）隔振橡胶故障，更换隔振橡胶。

2. 压缩机原因

1）吸排气阀破碎。检查制冷循环压力，若已破碎即予更换。

2）压缩机内部零部件已磨损，检查并更换已磨损的零部件。

3）制冷剂过量或膨胀阀失灵，使制冷剂进入吸气阀所致。此时应查清制冷剂灌注量，若过多，应排除多余的制冷剂。再对膨胀阀进行检修，若无法解决应更换。

3. 风扇驱动机构原因

1）传动件润滑不足，加注润滑油。

2）正常磨损，更换。

3）驱动机构与异物碰撞，校正或更换。

2.2.2　副发动机系统故障报修

1. 副发动机停转原因

电路或控制元件故障，检修电路，更换已损坏的元器件。

2. 副发动机有运转倾向，但压缩机不动故障判断和排除

1）副发动机和压缩机连接处发生移位，此时应校正连接部位，若无效则更换联轴器。

2）压缩机内部卡死，更换压缩机。

3. 副发动机和压缩机无异常，但自动熄火，系统不工作的故障判断和排除

1）制冷剂泄光，导致低压开关动作，副发动机停转，此时应查漏，补焊，然后注足制冷剂。

2）高低压安全开关动作问题，此时应调整设定压力，校正动作点，若无法解决，则应更换低压安全开关。

3）冷却液温度开关缺陷，应修理或更换。

4）发动机熄火继电器与压力开关或冷却液温度开关间的自动熄火系统的电线因磨损而短路，此时应包扎或更换破损导线。

2.2.3　制冷系统故障报修

这与前述的间接用压力表指示判断故障方法类似。

1. 低压表指示值太低的故障判断程序和排除

1）视液镜有气泡呈现，是制冷剂不足，应查漏补焊、抽真空、加注足量制冷剂。

2）蒸发器堵塞，应清除滤网灰尘杂物排堵。

3）蒸发器结霜或风扇风量不足，此时应清除滤网堵塞脏物，调整 V 带张力，修理或更换风扇。

4）膨胀阀感温包制冷剂漏光，膨胀阀失灵闭合，此时更换膨胀阀。

5）压缩机冷冻润滑油灌注太多，溢出油。检查油量，排油至规定油位。

6）储液干燥器上出液口的截止阀关闭，此时应开启截止阀。

7）储液干燥器上出口到压缩机吸气阀之间连接管路零部件堵塞，排堵或更换。

2. 低压表指示值太高故障判断和排除

1）制冷剂过量，排除过量制冷剂。

2）液态制冷剂进入压缩机。如为膨胀阀流量太大需校正或更换，如为感温包绝热保护不够或松脱，需重新包扎感温包。

3）压缩机吸气口滤网堵塞，更换滤网或清洗。

4）压缩机吸气阀破碎，查实，予以更换。

5）车内空气温度太高，关闭密封车身。

6）系统混入空气，排除制冷剂，查漏补焊，重新注入足量制冷剂。

3. 高压表指示值太低故障判断和排除

1）压缩机排气阀损坏，应更换排气阀。

2）如“1.”中所列原因和排除方法。

4. 高压表指示值太高故障判断程序和排除方法

1）如“2.”中的1）、2）、5）、6）所示原因和排除方法。

2）进入冷凝器的空气温度太高，此时应对冷凝器和散热器周围的密封橡胶予以修理或更换，调整散热器和冷凝器之间的距离。

3）冷凝器风量不足，清除冷凝器翅片上的污垢，若未解决，则应更换和调整V带，仍无效则更换送风机。

2.3 独立空调加热系统的故障判断程序和排除

前面已对控制板上显示制冷系统故障诊断方法进行了介绍，下面将对控制板上显示加热系统故障的判断和排除予以介绍。

2.3.1 开关钥匙插入总开关ON位置，按下电热塞开关时，指示灯不亮故障的判断程序和排除

1）指示灯坏，电路开路，接头松动。应更换指示灯，接通线路，拧紧接头。

2）电热塞开关故障，修复或更换。

3）电热丝烧损或断开，应更换。

2.3.2 按下电热塞开关30s后，按下油泵电动机开关，并用开关钥匙将总开关旋至1位置时，送风机指示灯不亮，不能起动加热器系统故障判断和排除

1）送风机指示灯坏，电路开路，接头松动。应更换指示灯，接通线路，拧紧接头。

2）送风机或继电器故障，应修复或更换。

2.3.3 按下电热塞开关30s后，按下油泵电动机开关，并用开关钥匙将总开关旋至1位置时，送风机指示灯亮，系统有风，加热器不能起动的故障判断和排除

1）电磁阀故障，修复或更换。

2）油泵电动机继电器故障，修复或更换。

2.3.4 加热器起动后松开电热塞开关，并将总开关旋至Ⅱ位置时，供给空气温度没有升高的故障判断和排除

1）油泵电动机副励磁线圈故障，电动机转速没能提高，此时应修复或更换电动机。

2）送风机电路中，电磁开关故障，因励磁绕组串联电阻未被短路，转速未降下来，应更换或修复。

2.3.5 供给风不能达到设定温度的故障判断和排除

1）恒温器偏移设定温度，应重新校正或更换。

2）恒温器损坏，应更换。

最后需要说明的是，独立式空调无论是采用气暖式或水暖独立式供暖系统，修理程序都差不多，原因是二者之间仅是加热器有所不同。

第14章　微电脑控制汽车空调系统的诊断维修技术

1　概述

电脑控制的空调，就制冷、供暖、通风的原理和维修技术而言，与普通空调并没有什么区别，所以，以前介绍的制冷系统的检测、维修等方法，如应用表阀来测定其高、低压端制冷剂压力，视液镜检查制冷剂量的方法；制冷系统的检漏、抽真空、充注冷冻润滑油、充注制冷剂，以及制冷性能的检查、测定的方法，在这里同样运用。

电脑控制空调系统的修理技术的最大特点是控制电路比较复杂，所以需要一定的电路基础知识和能看懂电路控制图。在这里主要介绍电脑控制空调系统的修理技术，以及其电路系统的检测修理。

2　自诊断系统

2.1　概述

任何技术的发展都有一个从低级到高级的完善过程，微电脑控制的汽车空调自诊断系统也经历了这个过程。比如，该系统应用的初期，自诊断系统各厂家各行其是，其诊断模式会因厂家、车型的差异而不同，使维修人员应用起来很不方便。因此，目前世界上各大型汽车厂家都逐步采用 OBD—Ⅱ车载诊断系统，如 1994 年以后生产的通用、福特、克莱斯勒；1995 年以后生产的奔驰、沃尔沃、三菱、马自达、本田、丰田，都逐步采用了该系统。另外就诊断方式来而言，新车型普遍采用故障诊断仪读取故障码的诊断模式（如 V. A. G. 1551 故障诊断仪）。本书在后面将对上述几类自诊断检测方式一一加以介绍。不过读者应注意的是，在进行上述具体维修诊断工作时，一定要检查相关的维修手册，以免出错。

2.2　带自诊断系统的空调故障排除程序

1）用户故障分析：在汽车进行修理时，应该向用户详细了解出现的故障情况。例如：

① 风量控制不良，其中包括如下情况：送风电动机不转、送风量不能调节。

② 温度控制失控，其现象包括如下几种：温度不降低、不升高，或者降低升高缓慢。

③ 进气控制失控，只有车外空气送入，或只有车内空气循环，两者不能按控制方式来

进行调配。

④ 通风控制失控，起动功能选择键后，送出来的空调风不是按键上所要求的风门和温度调配后送出。

另外有些用户外行口吻的报修，诸如“空调器效率不高”“总是很闷”等都应该记录在案，以便修理时参考。

2）检查和清除故障码：因为电脑控制的汽车空调，可以将故障以故障码的形式储存在存储器中。所以在听了用户的报修情况后应首先依靠电脑的诊断功能，将存储在电脑中的故障码读出来，并记录下来。然后将储存的故障码从电脑中清除。

3）分析和确认故障及故障部件：通过用户调查和电脑故障码检查，对可能的故障做进一步的分析。还应起动空调系统，对用户的报修进行故障模拟检查，并观察、触摸、查漏、检测温度和风量，进行综合性考察，以初步判断故障种类和位置。

4）根据故障码，依次检测传感器和故障码所代表的电路、配线、接头、控制器。

5）根据确诊的故障，再检测无故障码的电路、配线、接头和控制器。

6）修理或更换故障发生部件的零部件。

7）试验：修理结束后，不但要确认故障确已消除，而且还要再进行故障码检查和执行器检查，空调高、低制冷剂压力检查，空调空气温度调配检查等，务必使整个空调系统均运转正常。

3 自诊断系统应用方法

3.1 非 OBD Ⅱ 的车载自诊断系统应用

3.1.1 诊断通信连接器（TDCL）和检查连接器

诊断通信连接器（TDCL）的外形，如图 14-1 所示。TDCL 设在仪表板左侧，如图 14-2 所示。这是一个专用连接器，能接收来自发动机、自动变速器、防抱死制动系统、空调系统等的电子控制器的数据。注意：连接时不要接错接口位置，否则会引起故障。其连接口和选择的系统代码如表 14-1 所示。

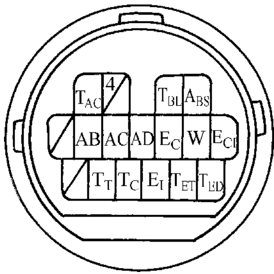


图 14-1 TDCL 的接口

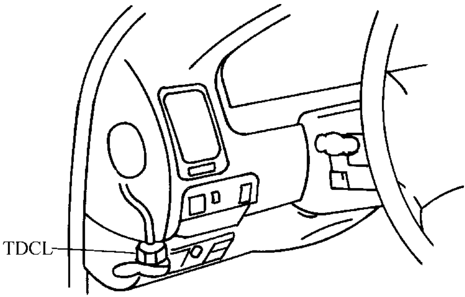


图 14-2 TDCL 安装位置

表 14-1 TDCL 的接口和选择的系统代码

接口	系统代码	接口	系统代码
T_T	发动机和变速器正常时代码	T_C	空调系统、防抱死制动系统、安全气囊等系统代码
T_{ET}和 T_{ED}	发动机和变速器试验时代码	E_I	自动变速器代码

检查连接器设置在发动机室内，其位置如图 14-3 所示。同样的原因，其接口应严格按图 14-1 的接口位置接到空调电脑控制器上。

进行检查时，只要把 TDCL 和检查连接器接到电脑中为 TDCL 而设计的监控器接口即可，即接至 DIN 和 DOUT 接口，便能方便地读出各系统的诊断结果，从而找出故障发生的系统或零部件部位。

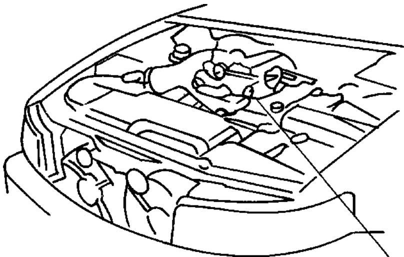


图 14-3　检查连接器安装位置

3.1.2　故障码

汽车空调上的电脑自诊断系统，用数字故障码的形式，代表空调系统的各部分故障，并将故障码输入电脑存储和进行输出显示。故障码有两种，一种是对传感器性能进行检查的故障码，一种是对控制板上各种控制键功能进行检查的故障码。

1. 传感器检查故障码

在诊断传感器电路时，由于显示的故障码代表空调系统各个传感器电路发生的故障，所以可以根据故障码的指示，检修确诊发生故障的传感器电路。表 14-2 是诊断传感器电路时，电脑显示的故障码代表的电路。

表 14-2　传感器检查的故障码和故障码检测状况

故　障　码	故障码检测状况
00	正常
11（注 1）	车内温度传感器电路内短路或开路
12（注 2）	车外温度传感器电路内短路或开路
13（注 2）	蒸发器温度传感器电路内短路或开路
14（注 3）	发动机冷却液传感器电路内短路或开路
21（注 4）	阳光辐射传感器电路内短路或开路
22（注 5）	制冷压缩机传感器报警，压缩机在下列条件下应检测 3s 以上； （1）发动机转速在 500r/min 以上 （2）发动机和压缩机转速比相差 20% 以上
23	制冷剂压力传感器电路开路；制冷剂压力不正常
31	空气混合温度门位置传感器电路接地开路或电源短路
32	进气风门位置传感器电路接地开路或电源短路
34	最大制冷风门位置传感器电路接地开路或电源电路短路
41	空气混合温度门的伺服电动机转动，但空气混合温度门位置传感器输出数值无变化
42	进气风门伺服电动机工作，但进气风门位置传感器输出数值无变化
44	最大制冷伺服电动机工作，但最大制冷风门位置传感器数值无变化

注1：如车内温度低于 -20℃，即使系统正常，也会输出故障码 11。
2：如果车外温度太低，例如低于 -50℃，即使系统正常，也会输出故障码 12 或 13。
3：如果冷却液温度太低，例如低于 -20℃，即使系统正常，也会输出故障码 14。
4：在黑暗处检查阳光辐射传感器，则会显示出阳光辐射传感器电路异常故障码 21。
5：如果空调器在运行时，控制板上 A/C 功能选择键上的指示灯出现闪烁，则表示压缩机锁定或者制冷剂不足。发出这一警告后，汽车空调必须马上进入检查和修理。首先进行传感器检查，若故障码为 22，则表示压缩机锁定；若故障码为 00，代表传感器电路正常，是制冷剂不足。
为了确认诊断故障码是否显示压缩机锁定故障，可以执行下列步骤：
（1）起动发动机，进入故障码检查方式。
（2）按下 Rec 开关（车内空气循环键），进入控制板各键检查方式，并置空调送风电动机于 MED 档，最大制冷风门于 50% 开度，电磁离合器电路置“ON”位置。
（3）按下 Auto 开关，退回到传感器诊断检查方式。
（4）约 3s 后，显示故障码。若是 22 故障码，则确诊为压缩机锁定故障。

为了鉴别传感器电路是否是偶发故障，电脑程序规定于各种传感器电路的故障在连续时间超过某一定值时，才能输入电脑中存储。这点对于修复检验故障是否消失很重要。下面即是电脑程序规定的最短时间，故障消除检验的操作时间应超过下面的时间：

车内温度传感器电路、车外温度传感器电路、蒸发器温度控制传感器电路、冷却液温度传感器电路、阳光辐射电路，均应大于 8. 5min。

空气混合温度门位置传感器电路，进气风门位置传感器电路、最大制冷风门位置传感器电路，均应该在 1min 以上。

压缩机锁定传感器电路，制冷剂压力传感器电路，都应该大于 3s。

传感器电路故障排除后，首先要清除储存在电脑里的故障码，否则它将永远储存在电脑里，这样在以后进行传感器电路故障诊断时，它又会显示出来造成误诊。清除故障码的方法是将电路中总熔丝或圆顶形熔丝拉出 15s，然后再插回去。总熔丝和圆顶形熔丝的位置如图 14-4 所示。

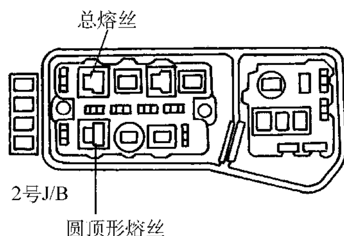


图 14-4　总熔丝和圆顶形熔丝的位置

如果一时找不到熔丝位置，可将蓄电池的接地电缆断开 15s 后也可清除故障码。

2. 控制键检查故障码

现代电脑控制的空调器，为了检修方便，在控制键检查中也设有控制键检查故障码。

丰田高级轿车电脑控制的空调控制板上的各键位置和名称如图 14-5 所示。显示屏上的温度是℉，左边是车外温度和车内温度，右边是蒸发器温度和车外温度。

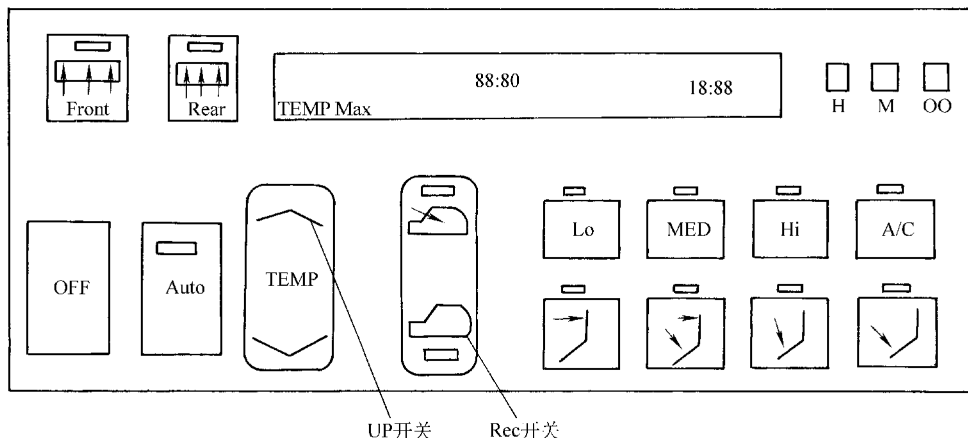


图 14-5　电脑空调的控制板

当进入诊断系统时，左显示屏显示的故障码为传感器检查故障码，右侧显示屏的故障码为控制键检查故障码。

控制键检查故障码的显示是按步骤的，其检查步骤，故障码和控制键状态如表 14-3 所示。

表 14-3　控制键检查故障码和控制键状况

步骤号	显示故障码	状况									
		供暖继电器	超高速继电器	送风电动机	通风口	最大制冷风门	进气风门	电磁离合器	空气混合温度门	后特大流量	后空调器
1	20.0	OFF	OFF	OFF	(Face)	0%开度	(Fresh)	OFF	冷侧(0%开度)	ON	OFF
2	21.0	ON	↑	Lo	↑	↑	↑	↑	↑	↑	Lo (A/P)
3	22.0	↑	↑	MED	↑	50%开度	(F/R)	ON	↑	OFF	Hi (A/P)
4	23.0	↑	↑	↑	↑	100%开度	(Recirc)	↑	↑	↑	Hi (A/C)
5	24.0	↑	↑	↑	(Bi·Level)	↑	(Fresh)	↑	冷/热(50%开度)	↑	↑
6	25.0	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	Lo (A/C)
7	26.0	↑	↑	↑	(Foot)	↑	↑	↑	↑	↑	OFF
8	27.0	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	热侧(100%开度)	↑	↑
9	28.0	↑	↑	↑	(Foot/Def)	↑	↑	↑	↑	↑	↑
10	29.0	↑	ON	Hi	(Def)	↑	↑	↑	↑	↑	↑

3. 诊断检查的操作

按图 14-6 所示的操作步骤，当按动空调控制板上的开关后，即可进入诊断检查。

1）将点火旋至 ON 位置，同时按下 AUTO 键和 Rec 键，空调便进入诊断检查工作状态。

2）显示屏上的温度显示消失，电脑即自动进入指示灯检查。此时，所有的指示灯都以 1s 的间隔连续闪光 4 次，而且指示灯亮时，伴有蜂鸣器发出的嗡嗡声。指示灯检查结束后，若按动 OFF 开关，电脑即可退出诊断检查，此时便可恢复空调系统操纵。

3）指示灯检查结束后，若没有按 OFF 开关，则电脑自动进入传感器电路故障码检查。此时温度显示屏上会连续地按从小到大次序显示故障码，故障码数字的意义，可查阅表 14-2。

4）如果需要慢显示，可按动 UP∧开关，使电脑输出显示改为分步操作，每按动一次 UP∨开关，显示屏上显示一次故障码。

如果屏上显示故障码的同时，蜂鸣器发出响声，则表示故障码指示的故障是连续发生的。

如果屏上显示故障码时，蜂鸣器不发出响声，则表示故障码指示的故障早已发生（如连接器接触不良等）。

如果故障码按从小到大已显示一遍后，需要检查所记录的故障码是否正确，则可以按

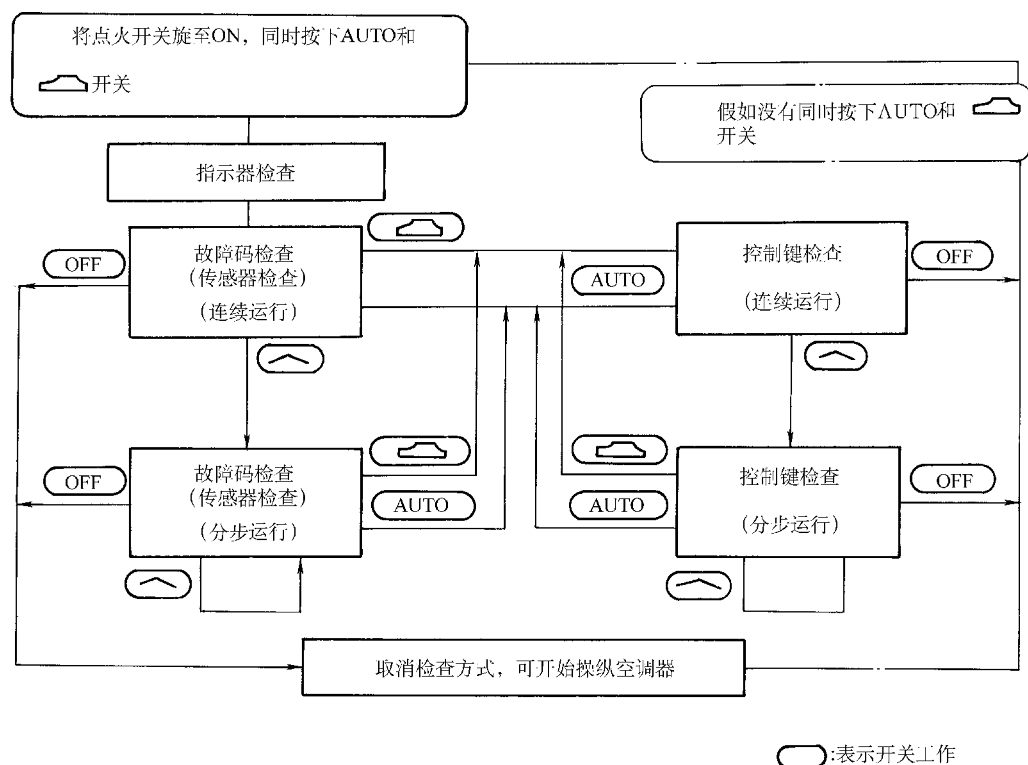


图 14-6　诊断检查的操作

AUTO 开关，屏上会连续显示故障码，若按 UP∧开关，则为分步骤作显示，若按 OFF 开关，则退出诊断检查，可以开始操作空调系统。

5）在传感器电路故障码连续检查或分步检查后，只要按下 Rec 开关，则电脑的检查方式便可进入控制键检查方式。这时，电脑以 1min 的间隔自动操作空调器的出风门、空气混合温度门、进气风门、继电器和伺服电动机的工作状态的改变等，这时必须用眼睛和手相结合，检查空调器的出风口状况和空气调配温度，以及空调器的工作状况是否和温度显示屏上显示的故障码相符，控制键检查故障码所表示的空调器工作状况，可参阅表 14-3。

6）如果需要慢显示，可按动 UP∧开关，使电脑输出显示改为分步操作，每按一次 UP∧开关，显示屏上会由小到大显示一次故障码。

当显示故障码改变时，蜂鸣器会发出声响。

如果在分步检查后，按下 Rec 开关，则屏上会自动把每间隔 1s 连续显示控制键故障码，如果按动 UP∧开关，控制键检查的故障码会重新分步显示。

如果按下 Auto 开关，电脑会从控制键检查方式自动进入诊断传感器检查方式。

在诊断检查操作过程中，只要按动 OFF 开关，电脑都会自动退出诊断检查，进入空调器操纵过程。

在读出了储存在电脑中的故障码后，必须首先消除存储在电脑中故障码，因为存储在电脑中的故障码不会自动消除。否则，故障排除后，一检查故障码，电脑又会输出来带来误诊。清除传感器电路故障码的方法，如前所述，只要拉出熔丝盒内的圆顶形熔丝 15s，然后

插回去即可，而清除控制键检查故障码，只要按下 OFF 开关即可。

3.2　OBDⅡ车载自诊断系统应用

OBDⅡ是 ON BOARD DIAGNOSITICS Ⅱ的缩写，即第二代车载诊断系统，它是由美国汽车工程学会（SAE）倡导提出，经美国环境保护局（EPA）和美国加州空气资源协会（CARB）认证通过的一套汽车通信协议标准。目前世界各汽车制造厂都在将 OBDⅡ技术应用于新生产车，1994 年后的通用、福特、克莱斯勒和 1995 年后的奔驰、沃尔沃、三菱、马自达、本田、丰田等逐渐采用 OBDⅡ诊断模式。美国政府要求 1998 年以后销往美国的电喷汽车都必须加装该自诊断系统。

3.2.1　OBDⅡ系统的主要特点

1）统一诊断插座为 16 端子，并统一安装在驾驶室仪表板下方转向柱附近，杜绝了各汽车厂采用不同的诊断插座、不同故障码及不同诊断功能而给汽车维护检测带来的不便，它为各汽车厂生产的电喷车提供了统一的检测方式、统一的诊断模式、统一的诊断插座形状和统一的安装位置，只需要一台仪器就可以对各种配备 OBDⅡ接口的汽车进行诊断检测。诊断插座如图 14-7 所示，诊断端子代号及作用如表 14-4 所示。

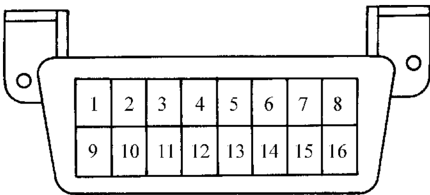


图 14-7　OBDⅡ诊断座

表 14-4　诊断端子代号及作用

端子代号	通用（GM）	福特（Ford）	克莱斯勒（Chrysier）	奔驰（BENE）	沃尔沃（Volvo）	丰田（TOYOTA）	三菱（Mitsbishi）
1				DM7/1 HFM15/1			触发发动机故障码
2 SAE—J2012	“M”发动机数据	BUS 总线					
3	悬架		SRS—4	A2 BUS			
4	接地	接地	接地	接地	接地	接地	接地
5	接地	接地	接地	接地	接地	接地	接地
6	“B”触发		发动机 9				自动变速器故障码 9
7 ISO—9141			发动机 30 ABS5	DM23/1	A6 BUS		发动机数据 92
8	防盗						ABS 故障码 22
9	BCM 数据			DM6/1 HFM16/1			
10 SAE—J2012		BUSS					发动机数据 86
11	悬架		SRS				

（续）

端子代号	通用（GM）	福特（Ford）	克莱斯勒（Chrysier）	奔驰（BENE）	沃尔沃（Volvo）	丰田（TOYOTA）	三菱（Mitsbishi）
12							SRS 诊断 9
13		触发	SRS				定速 24
14	音响空调						
15 ISO—9414							
16	B +	B +	B +	B +	B +	B +	B +

2）具有数值分析、数据传输功能。数据传输标准：欧洲统一标准 ISO—Ⅱ（利用端子 7 和 15）；美国统一标准 SAE（利用端子 2 和 10）。

3）具有行车记录功能。能记录车辆行驶过程中有关数据，进行车辆运行时动态数据分析，使故障分析、维修更加准确、快捷和方便。

4）具有重新显示记忆故障功能。

5）可由仪器直接清除故障码。

3.2.2 OBDⅡ故障码的代表含意及特点

OBDⅡ系统采用意义相同的统一故障码。

各种车辆相同故障码代表意义相同。OBDⅡ故障码由 5 个字母数字组成，第一个是英文代号，代表测试系统，如 B 代表车身电脑，C 代表底盘电脑，P 代表发动机、变速器电脑，U 未定义，由 SAE 另行发布。第 2 到第 5 个为数字码，每一个代码均有特殊含义，例如 P1352 可表示：

P——代表测试系统。

1——代表汽车制造厂商码。

3——代表 SAE 定义故障码范围。

52——代表原厂故障码。

故障码前 2 位代码表示意义不同，例如：

P0　发动机、变速器电脑控制系统，由 SAE 统一制定故障码。

P1　发动机、变速器电脑控制系统，由厂家自行制定故障码。

P2　发动机、变速器电脑控制系统预留故障码。

P3　发动机、变速器电脑控制系统预留故障码。

C0　底盘电脑控制系统，由 SAE 统一制定故障码。

C1　底盘电脑控制系统，由厂家自行制定故障码。

C2　底盘电脑控制系统预留故障码。

C3　底盘电脑控制系统预留故障码。

B0　车身电脑控制系统，由 SAE 统一制定故障码。

B1　车身电脑控制系统，由厂家自行制定故障码。

B2　车身电脑控制系统预留故障码。

B3　车身电脑控制系统预留故障码。

U0　车载网络相关故障码。

U1　车载网络相关故障码。

U2　车载网络相关故障码。

U3　车载网络相关故障码。

故障码第 3 位代表 SAE 定义故障码范围，各数字含义具体规定如下：

1——燃油或进气系统不良。

2——燃油或进气系统不良。

3——点火系统不良或发动机间歇性缺火。

4——排放控制辅助装置系统不良。

5——汽车怠速控制系统不良。

6——电脑或输出控制单元不良。

7——变速器控制系统不良。

OBD Ⅱ发动机和变速器的故障码大致分为 10 类，具体情况如下：

P01 ××　燃油和进气系统。

P02 ××　燃油和进气系统。

P03 ××　点火系统。

P04 ××　排放控制相关系统。

P05 ××　车速传感器，怠速控制相关系统。

P06 ××　控制电脑相关系统。

P07 ××　变速器故障码。

P08 ××　变速器故障码。

P09 ××　SAE 预留故障码。

P00 ××　SAE 预留故障码。

故障码（P0000—9999）为 SAE 统一规定部分，这部分故障码很多，不加详述。

故障码（P1000—P1795）为各厂家自行制定部分，这部分故障码也很多，不再详述。

OBD Ⅱ故障码 1996 年已增加到 1000 多个，测试范围遍及汽车各个系统，由于 OBD Ⅱ诊断模式采用高速数据传输方式，所以汽车的检测必须使用专用设备。

3.2.3　OBD Ⅱ系统故障码的读取与清除

OBD Ⅱ系统故障码的读取与清除随车型的不同而不同，但多数 OBD Ⅱ故障码的读取和清除都必须使用专用诊断仪。具体的处理方法，可参看各车型维修手册。

4　微电脑控制汽车空调故障表

如果在传感器电路故障码检查时显示的是正常故障码（0 0），但是空调系统的故障仍然存在或重新出现，则应针对每种故障的症状进行排除，并按照表 14-5 所列的排除故障的顺序检查每种电路和空调器件。在每种故障的可能原因按表规定的顺序全部检查完毕且未见异常后，此时便应检查或更换空调各个控制部件（包括电脑控制器）。

表 14-5　电脑控制空调故障的症状与检修

故障症状		可疑电路、器件和检查顺序
风量控制	鼓风机不运行	1. 点火电源电路 2. 空调器控制电源电路 3. 供暖主继电器电路 4. 空调器送风机电动机电路 5. 冷却液温度传感器电路 6. 电脑控制器
	鼓风机无控制	1. 点火电源电路 2. 功率晶体管电路 3. 超高速继电器电路 4. 供暖主继电器电路 5. 鼓风机电动机电路 6. 冷却液温度传感器电路 7. 电脑控制器
	风量不足	鼓风机电动机电路
温度控制	无冷空气输出	1. 制冷剂漏光 2. 传动 V 带折断或张力不够 3. 用表阀检查制冷系统 4. 压缩机电路 5. 制冷剂压力开关电路 6. 压缩机锁定传感器电路 7. 空气混合温度门位置传感器电路 8. 空气混合伺服电动机电路 9. 车内温度传感器电路 10. 车外温度传感器电路 11. 蒸发器温度传感器电路 12. 点火电源电路 13. 空调器控制电源电路 14. 供暖主继电器电路 15. 鼓风机电动机电路 16. 点火器电路 17. 电脑控制器
	无暖风送出	1. 热水阀 2. 冷却液温度传感器电路 3. 空气混合温度门位置传感器电路 4. 空气混合伺服电动机电路 5. 点火电源电路 6. 空调器控制电源电路 7. 供暖主继电器电路 8. 鼓风机电动机电路 9. 车内温度传感器电路 10. 车外温度传感器电路 11. 蒸发器温度传感器电路 12. 电脑控制器

（续）

故 障 症 状		可疑电路、器件和检查顺序
温度控制	输出空气温度比规定值高或者低，或者响应缓慢	1. 制冷剂量 2. 传动 V 带张力 3. 用表阀检查制冷系统 4. 冷凝器风机电路 5. 热水阀 6. 鼓风机电动机电路 7. 阳光辐射传感器电路 8. 车内温度传感器电路 9. 车外温度传感器电路 10. 蒸发器温度传感器电路 11. 冷却液温度传感器电路 12. 空气混合温度门位置传感器电路 13. 空气混合伺服电动机电路 14. 进气风门位置传感器电路 15. 进气风门伺服电动机电路 16. 冷凝器 17. 储液干燥器 18. 蒸发器 19. 加热器芯 20. 膨胀阀 21. 电脑控制器
	无温度控制，只有冷气或暖气最足	1. 车内温度传感器电路 2. 车外温度传感器电路 3. 空气混合温度门位置传感器电路 4. 空气混合伺服电动机电路 5. 电脑控制器
	无进气控制	1. 进气风门位置传感器电路 2. 进气风门伺服电动机电路 3. 电脑控制器
	出气气流无法控制	1. 功能选择键伺服电动机电路 2. 最大制冷伺服电动机电路 3. 空调电脑控制器
	发动机怠速时，不出现转速提高或持续提高	1. 压缩机电路 2. 空调电脑控制器 3. 发动机和变速器电脑控制器
后置空调器故障	后鼓风机不运行	1. 后空调器送风机电动机电路 2. 后空调器控制开关电路 3. 电脑控制器
	无后鼓风机控制	1. 后空调器高速送风机控制电路 2. 后空调器超低速送风机控制电路 3. 烟雾传感器电路 4. 后空调器控制开关电路 5. 电脑控制器

（续）

<table>
<tr><th colspan="2">故 障 症 状</th><th>可疑电路、器件和检查顺序</th></tr>
<tr><td rowspan="3">后置空调器故障</td><td>无后冷气输出</td><td>1. 后空调器电磁阀电路
2. 电脑控制器</td></tr>
<tr><td>后输出空气温度与规定值不符，或响应缓慢</td><td>1. 后空调器电磁阀电路
2. 后空调器高速送风机控制电路
3. 烟雾传感器电路
4. 后空调器控制开关电路
5. 空调电脑控制器</td></tr>
<tr><td>后气流风口不可控制</td><td>1. 后空调器控制开关电路
2. 空调电脑控制器</td></tr>
</table>

5 微电脑控制空调电路检修方法

电脑控制空调和其他空调故障的最大不同点是电路复杂，连接器多。我们可以参照相关电路图检查各电路中元件位置。

1. 车内温度传感器电路

当诊断传感器电路时，故障码显示为 46 或 11，说明车内温度传感器电路中有开路或短路故障，可用如下的方法解决：

1）将车内温度传感器拆下，并用万用表测量其阻值随温度变化的情况。若电阻值随温度上升而下降，传感器性能良好；若电阻值不变化，说明传感器已损坏，必须更换。

2）检查传感器到电脑控制器之间的配线和连接器是否断开、短路、松脱、锈蚀等，重新接紧和更换已经坏了的配线和连接器。

3）通过上面步骤检修后，故障仍然存在，即重新进行传感器电路检查，此时若仍不断显示 46 或 11 故障码，则说明空调电脑控制器已坏，需要更换。

2. 车外温度传感器电路

其故障码为 12，说明车外温度传感器电路内有开路或短路，故障的检修方法与步骤同车内温度传感器电路一样。

3. 蒸发器温度传感器电路

其故障码为 13，说明蒸发器温度传感器电路中有开路或短路，故障的检修方法与步骤同车内温度传感器电路一样。

4. 发动机冷却液温度传感器电路

其故障码为 14，说明发动机冷却液温度传感器电路内有开路或短路，故障的检修方法与步骤同车内温度传感器电路一样。

5. 阳光辐射传感器电路

阳光辐射传感器是一个光敏二极管，当诊断传感器电路时，其诊断故障码显示为 21，说明阳光辐射传感器电路内有短路故障。用如下方法进行检修：

1）用万用电表检测阳光辐射传感器电路中传感器的两端，当灯光照射时，其端电压应

该小于 4V，但用布包盖传感器时，其端电压为 4 ~ 4.5V；取出布包，将灯光慢慢远离传感器，传感器两端电压应慢慢增大。

另外，在黑暗中检查阳光辐射传感器的电阻，阻值应该无限大，处于不导通状态，而用灯光照射传感器，其电阻约为 4Ω，处于导通状态。当慢慢移开灯光时，其电阻应逐渐增大。

如用万用表测到其电压为无限大，电阻为零，则说明阳光辐射传感器内部已经短路，需要更换。

2）、3）步和车内温度传感器诊断步骤的 2）、3）相同。

6. 压缩机锁定传感器电路

压缩机锁定传感器安装在压缩机内，当发动机每转一圈，向空调电脑控制器发出四个脉冲信号。如果压缩机的转速与发动机转速之比小于预定值，则空调电脑控制器自动切断压缩机电磁离合器电路，同时使空调开关指示灯，以 0.5s 发光，0.5s 熄灭的方式闪光报警。此时，进行传感器电路检查，屏上显示的故障码为 22，则说明压缩机锁定传感器电路起作用。其故障可用如下的方法进行检修。

1）检查 V 带张力是否过小或者松弛，并调整张力到规定值。

2）检查视液镜内制冷剂流量是否过多。

3）检查排气压力（用表阀）是否过高，并排除排气压力过高的原因。

4）离合器处是否有冷冻润滑油引起打滑。

5）将压缩机锁定传感器的接线从连接器中拆出，用万用表测量电阻，若电阻无限大，则为正常，若电阻为零，则锁定传感器已坏，需更换。

6）检查锁定传感器到电脑控制之间的配线和连接器是否短路，断路、松脱、腐蚀等损坏，并修理或更换。

7）当上述检修后，压缩机仍处于锁定状态，则应更换电脑控制器。

7. 制冷剂压力开关电路

一般在空调制冷系统压力出现异常时，制冷剂压力开关会向空调电脑发出信号，空调电脑接到此信号后，再发出指令，通过发动机和变速器电脑控制器输出信号，将压缩机电磁离合器继电器开关切断，压缩机便停止运行。若进行传感器电路检查，故障码显示为 23，说明压力开关电路处于开路状态，制冷剂压力异常。此时可用如下的方法检修：

1）用表阀检查制冷剂的压力，若压力低于表压力 196kPa，或高于 2700kPa（对于 R—134a 制冷剂，则为 3140kPa）时，压力开关两端的电压为 12V，其电阻为无穷大（不导通），和在 196 ~ 2700kPa 之间压力开关导通则为性能良好。若在 196 ~ 2700kPa 时，压力开关断开，或在低于 196kPa，高于 2700kPa 时，压力开关导通，则说明压力开关已损坏，需要更换。

2）检查压力开关到电脑控制器之间的配线、连接器是否短路、断开、松脱或腐蚀，然后更换损坏的配线和连接器。

3）对制冷系统，管件接头进行检漏，并予修理。

4）若上述检修后，显示压力开关电路的故障码仍然是 23，其工作仍显不正常，则应该更换空调电脑控制器。

8. 空气混合温度门位置传感器电路

空气混合温度门位置传感器功能是检测空气混合温度门的开度，向空调电脑控制器发出

信号，它安装在空气混合伺服电动机内。在检查传感器电路故障码时，若显示的故障码为31，则表示空气混合温度门位置传感器电路接地开路或电源短路；若显示的故障码为41，则表示在空气混合温度门位置传感器电路中，存在这样的故障：电脑能起动空气混合伺服电动机工作，但空气混合温度门位置传感器有故障（传感器电压没有变化）。检修该电路的方法如下：

1）当空气混合温度门的位置从最冷位置移至最热位置时，传感器的电压应从4V下降到约1V，而其电阻从3.76～5.76kΩ下降到0.94～1.44kΩ，否则传感器已损坏，应予更换。

2）检查传感器到电脑控制器之间的配线，连接器是否短路、开路、脱落或腐蚀。

3）检查空气混合伺服电动机是否损坏，若已坏（短路），则需要更换。

4）通过上面检修后，故障仍然存在，显示的诊断故障码仍然是31或41，则需更换空调电脑控制器。

9. 进气风门位置传感器电路

进气风门位置传感器的功能为检测进气风门的位置，向电脑发出信号，该传感器置于进气风门伺服电动机内。当它的故障码为31，说明进气风门位置传感器电路接地开路或电源电路短路。当故障码为42时，表示即使电脑仍能起动进气风门伺服电动机工作，但进气风门位置传感器输出信号无变化。进气风门位置传感器及其电路与上述空气混合温度门传感器、电路相似，故其检修方法也类似。区别仅在检测传感器输出数据时，空气混合温度门传感器是起动最冷和最暖开关，而进气风门位置传感器是起动车外空气和车内空气循环开关。

10. 最大制冷风门位置传感器电路

其电路的工作原理和空气混合温度门位置传感器电路相差无几，即都是应用二极管来检测风门的位置，并向电脑控制器发出合适的信号。最大制冷风门有三个位置，故有三个二极管；同时当最大制冷风门在开启的位置时，通过本电路的IC集成电路向空气混合温度门位置传感器电路和进气风门位置传感器电路发出指令，使它们处在最大电阻状态下工作，即进气风门处在车内空气循环位置，而空气混合门将关闭热空气通路，并指令关闭热水阀。同时电脑指令超高速继电器接通鼓风机电动机电路，使鼓风机电动机高速运行，将最大冷空气量送到车内。

当诊断传感器电路时，屏上显示诊断故障码为34时，则表示最大制冷风门位置传感器电路的接地已开路或电源电路短路；当故障码为44时，表示即使电脑能指令最大制冷伺服电动机工作，但最大制冷风门位置传感器输出信号无变化。

显然，最大制冷风门位置传感器电路的检修方法与空气混合温度门位置传感器电路类似。

11. 空气混合伺服电动机电路

本电路的作用是将空气混合温度门转至所需的开度，以输入车内所需的空气温度。

当诊断传感器电路时，屏上显示出故障码为41，表示电脑即使能起动空气混合伺服电动机，空气混合温度门位置传感器没有变化输出信号，此时，应将故障诊断方式转至控制键诊断方法。

按下Rec键，使空调电脑转入控制键检查方式。按下UP键，显示20～23故障码时，表明热空气通路关闭，吹出冷气通路通；显示24～26故障码时，表明空气混合温度门处于供给50%热气通路开启，吹出风为冷/热风，调配过的送风；显示27～29故障码时，表明

空气混合温度门处于 100% 开度，此时送出空气为暖风。

若电脑的诊断故障码为 41，以及控制键检查显示的故障码与空调器工作状况不符，则说明空气混合伺服电动机电路发生故障，其检修方法如下：

1）检查该伺服电动机是否有故障。

2）检查传感器是否失效。

3）本电路的配线，连接器是否有断开、短路、脱落、腐蚀等故障。

4）如仍无法排除则应更换空调电脑控制器。

12. 进气风门伺服电动机电路

本电路的作用是将进气风门移到所需位置。

当诊断传感器电路，若屏上显示出故障码为 42，表示电脑即使能起动进气风门伺服电动机工作，但其传感器没有变化的输出信号。当进行功能键检查诊断，检查进气风门状况时，在正常状况下，按下 UP 键后，出现的故障码为 20 ~ 21、24 ~ 29，表示车外风门打开，车内空气循环风门关闭；故障码为 22 时，表示进气风门在中间；若故障码为 23，表示车外风门关闭，车内空气循环风门打开。

本电路的检修方法与空气混合伺服电动机电路类似。

13. 最大制冷伺服电动机电路

本电路的作用是将最大制冷风门移至所需的开度。

故障码为 44。进行控制键检查时，按下 UP∧键，检查最大制冷风门位置以及鼓风机电动机的噪声和送风量状况。

故障码为 20 ~ 21 时，表明冷风量最大，鼓风机噪声能听到；故障码为 22，表明冷风量中等，鼓风机噪声很小；故障码为 23 ~ 29，表明最大制冷风门关闭。

其检修方法与空气混合伺服电动机电路类似。

14. 供暖继电器电路

本电路由空调电脑控制器发出指令后，便向鼓风机电动机提供电源。

本电路的工作状况如下：当功能键在 Foot，F/D，Def 三个键时，LC 电路向空调电脑控制器发出需供暖的信号。此时，接通供暖继电器电路，并由点火开关向鼓风机电动机提供电源。也就是说，供暖时，发动机仍必须运行，鼓风机电动机才能获得电源而运转。

检查供暖继电器电路的方法如下：

1）从连接器上拆下供暖继电器到电脑控制器的连线，并将点火开关和供暖继电器接通，这时，当点火位置在 ON 时，主继电器电压为 0，鼓风机应为 12V 电压；若点火位置在 OFF，则主继电器为 12V 电压，鼓风机电压为 0，这才是正常的，若否则进行下列检查步骤。

2）检查熔断器中熔丝是否断开。

3）检查蓄电池到供暖继电器，电脑控制器之间的配线和连接器是否已开路、短路、松脱、腐蚀等。

4）将供暖继电器的五条连接线从连接器中取出，用万用表测量电磁线圈是否短路或开路（若电阻为 0，则为短路；电阻为无限大，则为开路）；若电磁线圈完好，则施加 12V 电压，测量触头电阻，若电阻比较大，则触头已损坏，需要更换。

5）进行上述四步骤后，若故障仍然存在，则需要更换电脑控制器。

15. 鼓风机电动机电路

鼓风机电动机运转应平稳，且转速能够控制，鼓风机电动机的电阻约为1.8Ω。

当检修鼓风机电动机电路时，首先检查鼓风机电阻器是否已断开。

16. 超高速继电器电路

在最大制冷时，需要鼓风机电动机超高速运行。这时，电脑发出指令，将超高速继电器电路接通，使鼓风机电动机电路与电阻器断开，而通过继电器的无电阻状态下高速运转。

检查超高速继电器电路很简单，让电脑进入控制键检查诊断方式，并按下UP∧键，检查鼓风机工作状况。故障码在21～28时，鼓风机都在中转速工作，故障码为29时，鼓风机为高转速工作，属正常，否则应更换超高速继电器。

17. 功率晶体管电路

功率晶体管电路的功能是控制鼓风机电动机的转速，当超高速继电器接通后，鼓风机电动机处于无电阻超高速工作。当车内温度逐渐降低接近设定温度时，电脑控制器使会向功率晶体管基极发出信号，并不断增大基极电流，从而控制了晶体管的集电极和发射极之间的电压，这样也控制了鼓风机电动机的输入电压。当车内温度离设定的温度距离较大时，功率晶体管集电极与发射极之间的电压较小，鼓风机电动机的输入电压则较大，它将以超高速工作，供给大量冷气。随着车内温度的降低，功率晶体管电压在电脑控制下将不断下降，但在温度下降过程中；引起的电压下降量较小，还不足于使鼓风机转速下降。当预定温度和车内温度达到平衡时，晶体管在基极某一电流作用下，发射极与集电极之间电压产生较快增大，迅速影响鼓风机电动机，使其输入电压迅速变小，风扇转速变慢下来。这样就能使空调器进入至设定温度范围的微调工作状态。

晶体管电路比较简单，所以只需要检查晶体管是否已击穿或熔丝是否熔断即可。

18. 功能选择键伺服电动机电路

本电路由电脑控制器发出信号来起动伺服电动机运行，以改变送风门的开度位置。当控制器接受功能选择的Auto的信号时，控制器会按设定的温度在Face（面部），BiLevel（双层），Foot（足部）几种方式自动改变送风的位置。

当电脑处于诊断控制键检查方式时，按下UP∧键，功能选择键控制伺服电动机电路供给正常气流状况故障码如下：

显示的故障码为20～22时，应该是最大面部风向；当显示的故障码为23时，则为中速面部风向；当显示故障码为24～25时，是面部和足部的双层风向；当显示故障码为26～27时，是吹向足部的热风；当显示故障码为28时，是吹向足部和风窗玻璃除霜热风；当显示故障码为29时，则为吹向风窗玻璃的除霜热风。

如果风向和温度不是如此，则应对功能键伺服电动机电路进行检修，其方法如下：

1）检查功能状态触摸键内五个二极管是否工作良好。

2）伺服电动机的电阻应为1.8Ω，且运转平稳，无噪声。

3）检查功能选择器和电脑控制器的配线和连接器是否有断开、短路、脱落和腐蚀。

4）检查本电路的电源是否开路和短路，特别是易熔线、点火开关以及熔断器内120A的总熔丝和40A的主熔丝是否完好。

5）若上述检修完毕，功能选择键状态控制伺服电动机电路仍有故障，则应更换电脑控

制器。

19. 压缩机电路

压缩机电路中包括 A/C 电磁离合器继电器和电脑控制器。它的工作过程如下：空调电脑控制器向发动机和变速器的电脑控制器输出吸合电磁离合器继电器的信号时，由发动机和变速器电脑控制器将电磁离合器继电器电源接通，则空调压缩机离合器电源接通吸合，使压缩机运行。空调电脑控制器还需在 A/C IN 接口中设立检测站，以监测电磁离合器是否向压缩机离合器提供电源。

由发动机电脑控制器来控制电磁离合器继电器的电路的原因，是在怠速时能通过 VSV 阀来提高发动机的转速，并且可以按发动机的工况来决定是否断开压缩机的工作。例如在汽车上长坡，高速超车的工况下，发动机电脑控制器都会自动切断离合器继电器通向压缩机的电路，尽管空调电脑控制器此时仍发出接通信号。当发动机大负荷工况消失后，发动机电脑又会自动接通压缩机电路。

本电路按常规检测离合器继电器、电磁离合器的电阻即可，另外再检查配线、连接器的状况以及电源熔丝等。

20. 烟雾传感器电路

烟雾传感器设置在后空调内，若没有后空调系统的，则在排风口设立排气扇，由电脑控制其开、关。

当空调的工作状态在 Auto 键时，本传感器将感测到空气中烟雾浓度信号输送到电脑控制器，当烟雾浓度达到规定值时，电脑控制器发出指令，让后空调鼓风机或排气扇低速工作，排除烟雾清洁空气。

电脑空调系统还有一些其他电路，这里不一一介绍。总的来说，电脑空调电路系统比较复杂，需要一定的电学知识。在检测电脑空调系统时首先应分析电路，再按照上述检查步骤一步一步进行。

6　应用 OBD Ⅱ 自诊断系统诊断汽车空调

下面以上海大众帕萨特汽车为例，介绍 OBD Ⅱ 系统自诊断功能在空调诊断中的应用。帕萨特汽车空调控制系统实时接收传感器信号，并与其内存中存储的理想值对比，得出一个控制信号输出给执行单元，它可存储并输出这些信息，用专用工具 V. A. G1551 显示出来。但有时也查询不出故障，而这时空调系统确实有故障，此时应检查由温度传感器 V42 控制的鼓风机。该鼓风机故障不能由自诊断查出。其方法为：接通点火开关后，如果显示单元不停的闪烁（大约 15s），说明空调系统有故障，需要检查。

检测前应做下列准备工作：

电路中所有熔丝正常，电压在 10V 以上，压缩机及发电机 V 形传动带适当张紧，将 V. A. G1551 与车内插座连接。

6.1　V. A. G1551 仪器的连接和功能选择

1）将故障诊断仪（又称故障阅读仪）V. A. G1551 及导线与车内诊断座连接。

2）仪器显示为：

V. A. G 自诊断	帮助
1. 快速数据传递	
2. 闪光码输出	

3）接通点火开关并按键“1”，仪器显示为：

快速数据传递	帮助
输入地址码 × ×	

按“0”和“8”键，仪器显示为：

快速数据传递	Q
08 空调暖风电子	

按“Q”键，仪器显示为：

快速数据传递
发送地址码 08

稍等一会儿后，仪器显示为：

3B1	907	44A	Climatronic	S × ×
编码	02000		WSC	× × × × ×

对于左置转向盘汽车，上述显示含义为：

带有蓝色的显示器：3B1 907 044A

带有绿色的显示器：1J1 907 044A

Climatronic：系统名称

S ××：软件版本

编码：除日本地区外为 02000；日本地区为 02100；或显示无编码 00000。

WSC：维修站编码

注意：若编码与汽车的规格不一致，应进行控制单元的编码。接通点火开关，如果在显示屏幕上出现自动空调系统“控制单元不响应，电压（PLUS）后空调电路不通，控制器无任何信号，故障在联络中”等缺陷中的某一个，说明外部线路有故障，应检查外部线路并排除故障。

排除故障后，重新输入“08-空调暖风电子装置”，并按确认键确认，仪器显示为：

快速数据传递
发送地址码 08

↓

3B1	907	44A	Climatronic	S ××
编码	02000		WSC	×××××

按“→”键返回选择功能菜单，仪器显示为：

快速数据传递	帮助
选择功能 × ×	

选择“0”和“2”键进入读取故障码功能，按帮助键可打印功能表，功能表内容见表14-6。

表 14-6 功能表内容

01 控制单元版本	02 读取故障码	03 执行元件诊断
04 基本设定	05 清除故障码	06 结束测试
07 控制单元编码	08 阅读测量数据	09 阅读单项数据

按“→”键后，V. A. G1551 的程序回到初始位置。

6.2 读取故障码

按上述方法选择读取故障码功能，按“Q”键确认，屏幕显示为：

无故障码或显示有故障码

如显示有故障码，按“→”键打印出故障。根据打印出的故障码查询表 5-2，对故障进行排除并用仪器清除故障码，然后试车，再次读取故障码，查看故障是否还存在，如果还有故障码，重复上述过程。

表 14-7 列出了能够被空调控制单元 J225 识别且可由故障诊断仪读取的故障，故障有时并非总是出现，这些故障则被显示为临时故障（SP）。车辆修理后，应该用故障诊断仪读取故障码，然后清除故障码。如果显示屏闪烁却无法识别出故障，应使用“03 执行元件诊断”，“08 读测试数据组”检查，如果故障灯闪烁，就进行控制单元编码和基本设定。

表 14-7 故障存储器可存储的故障码

<table>
<tr><th colspan="2">V. A. G1551 打印机描述</th><th rowspan="2">故 障 原 因</th><th rowspan="2">故 障 排 除</th></tr>
<tr><th>故障码</th><th>检查结果</th></tr>
<tr><td>0000</td><td>未发现任何故障</td><td colspan="2">① 如果显示器显示“未发现任何故障”，则表示自诊断结束
② 如果显示器闪光，应继续选择下列功能；
07 控制单元编码；04 基本设定</td></tr>
<tr><td rowspan="2">00281</td><td rowspan="2">行驶速度传感器（G68）</td><td>① 速度测量仪（G22）传感器损坏（只有当速度测量仪（G21）同样不起作用时）
② 速度信号分配器 TV13 通往 Climatronic 控制仪的导线或连接器发生短路或断路</td><td>① 更换 G22
② 通过“阅读测量数据组 08”检查 G22 的信号
③ 根据电路图检查导线和连接</td></tr>
<tr><td colspan="2">如果说在查询故障存储器之前进行过执行元件诊断，会出现此种显示。控制仪故障存储器中的这些故障，在熄火后会自行消去。如果 G68 损坏，这一故障在行车时又会显现</td></tr>
<tr><td>00532</td><td>电源电压
① 信号太大
② 信号太小</td><td>① 发电机损坏
② 通往 Climatronic 控制单元（J225）的电线或连接器有故障</td><td>① 通过“阅读测量数据组 08”检查电源电压（端子 15 上的电压），检查发电机
② 根据电路图检查控制单元的电线和连接器</td></tr>
</table>

（续）

V. A. G1551 打印机描述		故障原因	故障排除
故障码	检查结果		
00538	基准电压 ① 信号太大 ② 信号太小	① 电线或连接器短路或断路。注意Climatronic控制单元（J225）上的T16b8通往伺服电动机的导线 ② 电位计（G92）或电位计（G112）或电位计（G113）或电位计（G114）损坏 ③ 控制单元损坏	① 根据电路图检查控制单元的连接器及导线 ② 相继拔下有关部件的连接器，关闭故障存储器，并重新查询。如果不再出现“基准电压”这一缺陷，则更换相应的伺服电动机。否则一旦接上连接器，即会引起故障 ③ 调换单元，接着选择下列功能 a. 07 控制单元编码 b. 04 基本设定
01271	温度调节风门的伺服电动机（V68）	① 通往温度调节风门的伺服电动机的导线或连接器断路或短路 ② 安装 V68 时，未进行基本设定 ③ V68 卡住 ④ V68 损坏	① 通过“阅读测量数据组”检查 V68 ② 根据电路图检查导线和连接器 ③ 在安装的情况下检查伺服电动机 V68 的终端位置 ④ 进行执行元件诊断 03 ⑤ 调换 V68，并进行基本设定
01272	总风门的伺服电动机(V70)	① 通往总风门的伺服电动机的导线或连接器短路或者断路 ② V70 卡住 ③ V68 损坏	① 通过“阅读测量数据组”检查 V70 ② 根据电路图检查导线和连接器 ③ 进行执行元件诊断 03 ④ 调换 V70，进行基本设定
01273	新鲜空气鼓风机（V2），带有新鲜空气鼓风机的控制单元（J126）	① 通往新鲜空气鼓风机（V2）的导线或连接器断路或短路 ② 鼓风机控制单元（J126）和新鲜空气鼓风机（V2）损坏	① 通过“阅读测量数据组”检查 J126 ② 根据电路图检查导线和连接器 ③ 进行执行元件诊断 03 ④ 调换 J126 和 V2
01274	风滞压力风门伺服电动机（V71）	① 通往风滞压力风门伺服电动机 V71 的导线或连接器断路或短路 ② V71 卡住 ③ V71 损坏	① V71 通过“阅读测量数据组”进行检查 ② 根据电路图检查导线和连接器 ③ 进行执行元件诊断 03 ④ 调换 V71，进行基本设定
01296	中间出风口温度传感器(G191)断路/对正极短路/接地后短路	① 对正极短路或者通往中间出风口温度传感器断路 ② 接地后短路，或者通往中间出风口温度传感器的导线或连接器断路 ③ G191 损坏	① 调换 G191 ② 通过“阅读测量数据组”检查 G191 ③ 根据电路图检查导线和连接器
01297	脚部出风口温度传感器(G192)断路/对正极短路/接地后短路	① 对正极短路或断路（电线断路）或脚部出风口温度传感器的连接器发生故障 ② 接地后在通往脚部出风口 G192 的电线或连接器上短路 ③ G192 损坏	① 通过“阅读测量数据组”检查 G192 ② 根据电路图检查电线和连接器 ③ 调换 G192

（续）

V. A. G1551 打印机描述		故 障 原 因	故 障 排 除
故障码	检查结果		
00603	脚部空间/除霜器伺服电动机（V85）	① 通往脚部空间/除霜器伺服电动机的导线或连接器短路或断路 ② V85 损坏	① 进行伺服部件自诊断 ② 通过“阅读测量数据组”检查 V85 ③ 根据电路图检查导线和插接情况 ④ 调换 V85，接着选择功能 04，进行基本设定
00779	车外温度传感器（G17）断路/对正极短路/接地后短路	① 通往车外温度传感器的导线或连接器接正极后短路或断路 ② 通往车外温度传感器（G17）连接器接地后短路 ③ G17 损坏	① 通过“阅读测量数据组”检查 G17 ② 根据电路图检查导线和插接情况 ③ 通过“阅读测量数据组”检查 G17 ④ 调换 G17
00787	新鲜空气吸气道温度（G89）对正极短路或断路/接地后短路	① 通往新鲜空气吸气道温度传感器 G89 的导线或连接器断路或接正极后短路 ② 通往新鲜空气吸气道温度传感器 G89 的导线或连接器断路或接地后短路 ③ G89 损坏	① 调换 G89 ② 通过“阅读测量数据组”检查 G89 ③ 根据电路图检查导线和插接情况
00792	空调装置的压力开关（F129）不能立即检查	① 通往空调装置的压力开关 F129 的导线或连接器断路或短路 ② 制冷剂循环加注有错误，制冷剂有问题，电动机冷却不足 ③ F129 损坏	① 通过“阅读测量数据组”检查 F129 ② 根据电路图检查导线和连接器 ③ 检查电动机的冷却情况 ④ 调换 F129
		如果在查询故障存储器之前进行过执行元件诊断，而压力开关不能检查（例如当测得的车外温度低于 12℃时），会出现此显示。关闭点火开关后，控制单元故障存储器清除此故障存储	
00797	阳光辐射传感器（G107）断路/对正极短路/接地后短路	① 阳光辐射传感器 G107 的导线或连接器断路/对正极短路 ② 通往阳光辐射传感器的导线或连接器在接地后短路 ③ G107 损坏	① 通过“阅读测量数据组”检查 G107 ② 根据电路图检查导线和连接器 ③ 调换 G107
01206	停止时间信号	① 如果 ABS 检测灯（K47）或制动装置检测灯（K81）显示出此故障，并在故障存储器中存储起来，则组合仪表损坏 ② 导线或连接器短路或断路 ③ Climatronic 控制单元（J255）损坏	① 调换组合仪表 ② 通过“阅读测量数据组”检查停止时间 ③ 根据电路图检查导线和连接器 ④ 调换 Climatronic 控制单元，接着进行下列操作： a. 控制单元编码 b. 基本设定
65535	控制单元	① 通往 Climatronic 控制单元（J255）的电线和连接器有故障 ② Climatronic 控制单元损坏	① 根据电路图检查电线和连接器 ② 通过“阅读测量数据组”来检验 Climatronic 控制单元 ③ 更换 Climatronic 控制单元 J255，然后进行下列操作： a. 控制单元编码 b. 基本设定

6.3 执行元件诊断

诊断条件：①在电动机静止，点火开关接通，空调系统在关闭的情况下进行。②通过鼓风机按键慢慢操纵空调。为获得准确效果，在进行执行元件诊断时，操纵和显示器上所显示的车外温度应为12℃以上。③在进行执行元件诊断时，空调不进行任何调节。④如有必要，执行元件诊断应进行多次。

连接 V. A. G1551 并输入地址码“08—空调/暖风电子”并继续操作直至显示为：

快速数据传递输	帮助
选择功能 × ×	

按“0”，“3”键，并按确认键，屏幕显示为：

执行元件诊断
自测试

按 Q 键确认此时操作，显示单元 E87 上显示“888° E 88° E 8000”，自我测试 4 个伺服电动机、V2、电磁离合器 N25 的开关过程和传感器，经过 30s 结束自我测试。执行元件诊断内容见表 14-8。

表 14-8 执行元件诊断

显示屏显示	规 定 功 能
空调电磁离合器 N25	电磁离合器 N25 以 2s 的节拍吸合，压缩机开始工作。控制和显示单元 E87 的输入以 2s 节拍关闭（接地）
新鲜空气鼓风机 V2	新鲜空气鼓风机 V2 在 0V、3V、6V、9V、12V、15V 时各被起动 2s
中央风门伺服电动机 V70	伺服电动机 V70 从一个止点运动到另一个止点（新鲜空气鼓风机在运转）空气分配在脚坑、仪表板出风口之间转换一次
温度风门伺服电动机 V68	伺服电动机从一个止点运动到另一个止点（新鲜空气鼓风机运转） 出风口在冷热之间转换一次
脚部空间和除霜器风门伺服电动机 V85	伺服电动机从一个止点运动到另一个止点（新鲜空气鼓风机伺服电动机运转）；空气分配在脚坑和除霜器风门之间转换一次
V71 风滞压力伺服电动机	伺服电动机从一个止点运动到另一个止点（新鲜空气鼓风机运转）；空气分配在内循环和外循环之间转换一次

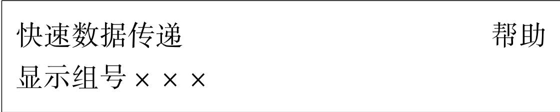
6.4 基本设定

在进行读取故障码时，若无故障显示，但接通点火开关故障灯闪烁就应进行“07-控制单元编码”和“04-基本设定”功能检查。

连接 V. A. G1551 或 W1552，选择“08 空调/暖风电子”，直到出现选择功能 ××”，按“PRINT”键打印出存储的故障并排除故障，清除故障存储器，检查编码，必要时更正。

基本设定步骤为：

1）连接 V. A. G1551 或 W1552 仪器，进入功能选择屏，点击“0”和“4”键选择“基本设定”，并按“Q”键确认，屏幕显示为：

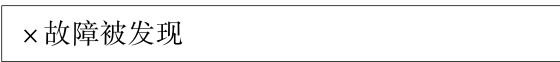


2）按“0、0 和 0”键，并按“Q”键确认，屏幕显示 4 个伺服电动机的动作，其反馈值发生变化并不说明电动机有问题。

3）屏幕显示“0”表示“基本设定”结束。按“→”键，返回选择功能菜单。



4）按“0”和“2”键选择读取故障码功能，按“Q”键确认。若系统存在故障，屏幕显示为：



5）按“→”键打印故障码，并按表 14-7 所述排除故障，在故障排除，清除故障码后，应再检询故障码。

6）检询故障码，若屏幕显示“未发现故障”，可退出系统，断开仪器与汽车诊断接口的连接。

6.5　清除故障码

1）在选择功能菜单屏幕情况下，按“0”和“5”键，并按“Q”键，进入清除故障码显示屏，其显示为：



2）按“→”键，返回选择功能菜单（如下显示）。



6.6　结束测试

在选择功能菜单屏幕显示情况下，按“0”和“6”键，并按“Q”键，即可确认退出系统。关闭点火开关，拆下故障诊断仪 V. A. G1551，结束测试。

6.7　控制单元编码

在每次拆装 J255（控制显示单元）后都须进行控制单元编码和基本设定。如果控制显示单元 J255 没编码，故障灯会在显示单元 E87 上闪烁 15s。如果所显示的编码与汽车设备不

匹配也应进行编码。

控制单元编码步骤为：

1）连接 V. A. G1551 仪器，进入到选择功能显示状态，点击“0”和“7”键，并按“Q”键确认，屏幕显示为：

控制单元编码	Q
输入编码　××××× （0-32000）	

2）输入“0”、“2”、“0”、“0”、“0”键，按“Q”键确认，屏幕显示为：

3B1	907	044A	S××
编码　02000	WSC	×××××	

3）按“→”键，选择“0”和“6”键，并按确认键退出系统。关闭点火开关，断开仪器与汽车诊断接口的连接。

控制显示单元 J255 编码见表 14-9。

表 14-9　J255 编码表

编　码	适用国家
02000	除日本外的国家
02100	日本
05000	除日本外的国家（1998 年 11 月前）
05100	日本（1998 年 11 月前）

6.8　阅读测量数据及数据组显示

1）连接 V. A. G1551，选择空调/暖风电子选项，直到屏幕显为：

快速数据传递	帮助
功能选择	

2）按“0”和“8”键，选择阅读测量数据。

快速数据传输	Q
08—阅读测量数据	

3）按“Q”键确认，屏幕显示为：

阅读测量数据	帮助
输入显示组号	

4）输入希望的显示组号，显示组中有关的部件代码见图 14-8。

显示组及显示区内容见表 14-10。



图 14-8　空调控制部件

表 14-10　显示组及显示区内容

显示组号	显示区	显示内容
001	1	压缩机电磁离合器 N25（代码数 1～12 标出关闭条件） 代码 0：N25 未关闭 代码 1：制冷剂循环高压时，N25 由空调装置的压力开关（F129）关闭 代码 2：N25 关闭，因为带有新鲜空气鼓风机控制单元（J126）的新鲜空气鼓风机（V2）已损坏 代码 3：由于制冷剂循环中压力过低，N25 被空调装置的压力开关（F129）关闭 代码 4：不显示出来 代码 5：N25 关闭 4s（没有损坏），代码 5 出现仅 5s。如果保持存在，则检查转速信号 代码 6：N25 关闭，按 ECON 运行 N25 没有损坏 代码 7：N25 关闭，因为通过新鲜空气鼓风机的送风运转已被关断（没有损坏） 代码 8：N25 已被关闭，因为环境温度低于 3℃（为防止冻结，N25 没有损坏）。必要时检查温度传感器 G17 和 G89 代码 9：不显示出来 代码 10：N25 已关闭，因为车上电源的电压低于 9.5V 代码 11：由组合仪表的热灯开关通过 J255，关闭 N25 代码 12：N25 已由自动变速器的控制单元或发动机的控制单元通过 Climatronic 的控制单元关断，J255 关闭
	2	发动机转速认可： ① 代码 0，否 ② 代码 1，是

（续）

显示组号	显示区	显示内容
001	3	行驶速度 显示 0～255km/h
	4	持续时间 代码 240，“熄火”时间（min） 代码 250，蓄电池断开 代码 255，传输有误
002	1	伺服电动机用于温度风门 V68 测量值的代码：0～255，同理论值之间允许的偏差 ±2
	2	伺服电动机，用于温度风门，V68 理论值：0～255
	3	伺服电动机用于温度风门 V68 风门止档：冷 （代码 0～149，V68 损坏） （代码为 150～250，V68 正常，前提是已进行基本设定） （代码为 251～255，V68 损坏）
	4	温度风门伺服电动机 V68 风门止档：热 代码为 0～4，V68 损坏 代码为 15～100，V68 正常，前提是已进行基本设定 代码为 101～255，V68 损坏
003	1	中央风门伺服电动机 V70 （测量值的代码：0～255，同理论值之间允许的偏差为 ±2）
	2	中央风门伺服电动机 V70 理论值 0～255
	3	中央风门伺服电动机 V70 风门止档：空气往仪表板出风口 代码为 0～149，V70 损坏 代码为 150～250，V70 正常，前提是已进行基本设定 代码为 251～255，V70 损坏
	4	中央风门伺服电动机 V70 风门止档：空气往脚部空间出风口/除雾器 代码为 0～4，V70 损坏 代码为 5～100；V70 正常，前提是已进行基本设定 代码为 101～255，V70 损坏
004	1	脚部空间和除霜器风门伺服电动机 V85 （测量值代码：0～255，与理论值的容许偏差为 ±2）
	2	脚部空间和除霜器风门伺服电动机 V85 （理论值 0～255）

（续）

显示组号	显示区	显 示 内 容
004	3	脚部空间和除霜器风门伺服电动机 V85 风门止档：空气通往脚部空间 代码为 0 ~ 149，V85 损坏 代码为 150 ~ 250，V85 正常，前提是已进行基本设定 代码为 251 ~ 255，V85 损坏
	4	脚部空间和除霜器风门伺服电动机 V85 风门止档：空气通往风窗玻璃 代码为 0 ~ 4，V85 损坏 代码为 5 ~ 100，V85 正常，前提是已进行基本设定 代码为 101 ~ 255，V85 损坏
005	1	风滞压力伺服电动机 V71 测量值代码 0 ~ 255，与理论值的容许偏差 ± 2
	2	风滞压力伺服电动机 71 理论值 0 ~ 255
	3	风滞压力伺服电动机 V71 风门止档：新鲜空气通往乘客室 代码为 0 ~ 149，V71 损坏 代码为 150 ~ 250，V71 正常，前提是已进行基本设定 代码为 251 ~ 255，V71 损坏
	4	风滞压力伺服电动机 V71 风门止档：循环空气通往乘客室 代码为 0 ~ 4，V71 损坏 代码为 150 ~ 250，V71 正常，前提是已进行基本设定 代码为 101 ~ 255，V71 损坏
006	1	① 由 Climatronic 控制单元（J255）算出的温度值（℃），会在 E87 上显示。温度值是根据新鲜空气吸气道温度传感器（G89）的温度测量和车外温度传感器（G17）的温度测量值算出来的。汽车停下来后，这一数值要低于 G17 和 G89 的测量值 ② 如果温度传感器（G17）和（G89）的测量值反映了实际温度值，说明两个温度趋于一致。如果温度值极不正常，说明 G17 或 G89 有故障
	2	新鲜空气吸气道温度传感器 G89 （实际测量值，单位℃）
	3	车外温度传感器，G17 （实际测量值，单位℃）
	4	阳光辐射传感器 G107（测量值的百分比，0 ~ 120）
007	1	中央出风口温度传感器 G191 （实际测量值，单位℃）
	2	脚部空间出风口温度传感器 G192 （实际测量值℃）
	3	仪表板温度传感器 G56 （实际测量值℃）
	4	无显示

（续）

显示组号	显示区	显 示 内 容
008	1	新鲜空气鼓风机 V2，带有新鲜空气鼓风机的控制单元 J126（理论值，单位 V） 关闭 V2：0V 理论值　1 个 V2：3.6V 理论值　7 个 V2：12V
	2	新鲜空气鼓风机 V2，带有新鲜空气鼓风机的控制单元 J126 （实际值，单位 V） 与理论值之间的容许偏差 ±0.8V
	3	终端 15 （测量值，电压，单位 V）
	4	电磁离合器 N25 上的电压 （测量值，电压，单位 V，不予测量）

第15章　汽车空调系统的维护保养

维护保养和修理的差别表现在维护保养相当于对汽车空调系统的“体检”，且这种检查是在没发现明显故障的情况下进行的。这样做的好处就在于可以发现一些隐患，避免出更大的故障，因为故障的出现都是一个渐进过程（当然车祸以及操作不当出现的故障例外），所以在保养、维护、检查中，便会发现如零件磨损、电器线路接头松脱、管路接头松动、产生泄漏变形等等。通过维护保养，可将许多隐患都消除在故障发生的摇篮中，这对用户来说无疑是既省心又方便的必要措施，所以在有关法规、使用手册中都做了相应规定。

1　汽车空调的日常定期保养

所谓汽车空调的保养，即通过对汽车空调系统定期检查和调整，以维持其最佳工作状态和性能。

由于汽车空调是处在行车运行状态，所以不论它工作与否，都有可能遭到损坏，因而对其维护保养应是全年性的。

实际上，汽车空调的制冷系统在停止运行时，比如在冬季，也应定期每两周起动工作5min，这是定期保养的必需项目之一。汽车压缩机都是半封闭式，其输入轴是依靠油封来隔绝制冷系统和外界空气、水分联系的。若长期停置，油封内的润滑油会逐渐干枯而降低密封作用，所以必须定期开动压缩机，将润滑油输送到轴封上。其次，压缩机和制冷系统的其他控制阀都是精密部件，如果经过一段时间不用，配合精度高的表面会产生“冷焊”现象而破坏其配合精度；另外制冷系统在使用过程中，系统内部制冷剂和润滑油会发生酸性化学变化，长期闲置时，这些液体会在与其表面接触处产生由于电化学腐蚀而形成的锈点，破坏零件的表面粗糙度和精度。

1. 驾驶人在使用汽车空调时应注意如下几点

1）在发动机停止运行后，切勿使用空调机，以免大量消耗蓄电池内的电能，使再次起动发动机困难。

2）在突然高档位起动或者长距离上坡及高速超车时，应暂时将汽车空调机关闭。

3）使用时，切勿将功能选择键选在Max或A/C时，而将调风键置于Lo位置。这样，由于冷气排不出去，蒸发器易结霜，而且也有使压缩机发生“液击”的危险。另外Max档使用时间亦不得过长。

4）夏日停车，尽量避免日光直晒，以免加重空调器的运行负荷。作为专职汽车空调保

养人员，保养汽车空调时，应首先询问用户在使用时遇到的故障现象和毛病，并且一一记录在案。这一点对下一次维修很有参考价值。

2. 汽车空调保养人员的检查方法

专职汽车空调保养人员在维修过程中，要做到一听、二看、三摸、四检查，具体步骤如下。

起动发动机并稳定在1500r/min左右，将空调系统的冷凝器和蒸发器的风扇起动并置于高速档，置功能键于Max或A/C。并移动调温键从Cool→Warm。再由Warm慢慢移动到Cool，测定或手感空调器出风的温度变化以及各控制键的操纵是否灵活、轻便。

1）一听：从压缩机的运行声音状况来判断其运转状况，当听到压缩机传出声音轻脆而均匀的阀片跳动声，即为正常；当听到有敲击声，即表明制冷剂有“液击”声或者奔油（油量过多）敲缸等故障；当听到机体内有较严重的摩擦声，以及离合器时而发出摩擦声（和发热），表明是压缩机负荷太重、润滑油不足或者断油、离合器打滑所致；当听到外部有拍击声，不是V带太松就是磨损严重引起的。另外，还要听一下空调器内的风扇转动是否有响声。如果风扇有响声，要么是叶片碰击物体，要么是风扇轴承磨损或者缺油。

当在停机过程中，更清晰地听到机体内运动部件的连续撞击声，则是内部的运动部件的磨损严重，引起轴与轴承之间，活塞与缸体之间，连杆与轴之间间隙过大或者出现松动。

2）二看：首先应观察冷凝器表面是否清洁，因为杂物和泥土附在冷凝器上，会影响制冷效果。平时要经常用水清洗冷凝器。但是应注意，在清洗冷凝器时，不要把翅片碰变形。对于已变形的翅片，应细心地用尖嘴钳矫正过来。

汽车空调器的蒸发器进风处，一般汽车都装有空气过滤网。所以每周定期观察蒸发器，清理外表的杂物，并用高压气体吹干净蒸发器表面的泥土，以避免传热系数降低和供给的空调空气不洁。

观察空调制冷系统的所有连接部位是否有油渍。一旦有油渍，说明此处有制冷剂渗漏，此时应用电子检漏仪或其他类检漏装置进行检查。一旦发现或确定有制冷剂泄漏，必须马上设法排除故障。

制冷系统重点检查渗漏的部位还有如下几处：压缩机轴封、前后盖板的密封垫、检修阀、安全阀等。

仔细检查各条软管有无磨损、老化、鼓泡、裂纹和渗漏的油渍等现象。由于汽车的冷、暖系统采用了大量的橡胶管，在汽车行驶颠振过程中易与汽车车身摩擦产生磨损，在发动机室内因经受高温易老化，制冷管遇低温容易龟裂，结果导致制冷剂和冷冻润滑油泄光，使水分、空气和灰尘渗入，使压缩机及各个部件受到损害。因此，一旦发现橡胶管和发动机接触，要及时隔开并固定好橡胶管。胶管穿过金属板，一般都应有防护套，并注意防护套要固牢，否则金属会割破胶管。

3）三摸：用手触摸正在运行中的空调系统管路和各部件的温度。一般在正常情况下，高压端的管路温度应在55～65℃范围以下，而低压端管路因处于低温状态，所以低压端的部件和管路，连接部分表面都会结有水露。

当用手小心摸触高压区，特别是高压端金属部件，如压缩机的出口阀、冷凝器、储液干燥器等。这些部分应都是热的，且手感为热而不烫手，可视为正常；若手感烫手，则应先检查冷凝器的冷却是否良好，冷凝器表面是否清洁而无杂物，风扇的风量是否过小。此时可以

试用大风扇对着冷凝器吹，若表面还是烫手，则可能是制冷剂过多（应结合观察孔和压力表来判断）。

若高压端手感热度不够，则为制冷剂过少；若温度没有变化，则为制冷剂漏光。

如果在储液干燥器上出现霜冻或水露，这说明干燥剂已破碎堵住了制冷剂流动管道，而且此处的前端高压区感觉很烫手。此时必须尽快排除堵塞问题，换上一只新的储液干燥器。

膨胀阀的手感温度是比较特殊的，它的制冷剂进口连接处是热的，而其出口连接处是凉的，有水滴，这表明膨胀阀的阀口已经堵塞，其原因则可能是杂物堵塞，或是制冷系统泄入水分而产生的冰堵，必须马上更换干燥剂和过滤网。若这样处理还不能解决问题时，就需要换上一只新的膨胀阀和更换制冷剂。

低压管的手感为冰凉，有水露，但不应该有霜冻。若有霜冻，说明系统有故障，可能是膨胀阀的感温包内的传感液体已经漏光，这时需要更换膨胀阀；也可能是制冷剂充注太多，需要放掉一些；或者是蒸发器的温度传感器或恒温器出现了故障，比如像安装位置不对；或蒸发器控制器坏了，调整得压力过低等所致。

用双手触摸压缩机的进气口和排气口，手感温度应该有明显的差别。若没有温度差别，则说明制冷剂已经全部漏光；若差别不大，则说明制冷剂不足。

用手摸触各个接头是否已经振松等。特别是一些电器的插头插座的连接是否松动，这些对空调系统的正常工作都有极大的影响。所以，正常的保养必须包括对电器连接件的固定、紧固和清洁等。

在这里应该指出的是，用手触摸空调系统时，必须绝对安全，防止 V 带等运动件碰伤人体。

4）四检查：对系统进行了上述 3 个步骤的初检后，还需作进一步的检查，以准确判断空调系统的故障所在。这时便要应用前面介绍过的空调维修知识和技能。检查可以按以下步骤进行。

① 检查 V 带的张力：空调带轮直径不同，中心距不同，所要求的张力也不同；新、旧 V 带的张力也不同；即使是新 V 带，用上 5min 后，其张力也会发生较大变化。所以对新安装的 V 带必须进行两次调整。第一次为新安装后，调整到规定值。运行 30min 后新 V 带两边的毛边已经磨去，再进行第二次调整。

调整 V 带张力应按各种车型的说明书上规定值进行。美国规定用 V 带张力计来测量 V 带的张力，例如标准型的克莱斯勒汽车用中间带轮来调整 V 带的张力，如图 15-1 所示，使用新 V 带，调整力矩为 33.4N · m，正常 V 带调整力矩为20N · m。雪佛莱汽车（通用公司）新 V 带为127N · m。可见不同车型压缩机的 V 带调整张力相差很大。所以，调换 V 带，测量调整 V 带张力的方法，一定要按说明书指定的进行。

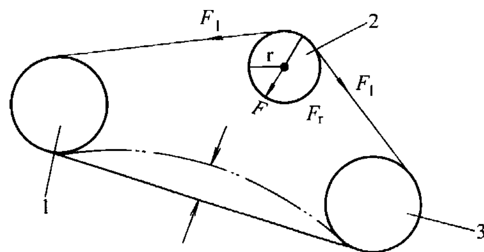


图 15-1　用中间轮调整 V 带张力

1—曲轴带轮　2—中间轮　3—空调压缩机带轮

日本汽车的通用性比较好，所用的 V 带型号大都划一，只是中心距有点差异而已；而且检查方法相同，是用弹力计测定在 10kgf 的压力下，在曲轴驱动轮与压缩机 V 带的中间拉下的距离作为调整值，其数值相差不多。例如丰田轿车和面包车 V 带调整数值为：

BB 系列	新带	9 ~ 11mm
	旧带	11 ~ 16mm
RB 系列	新带	8 ~ 10mm
	旧带	10 ~ 14mm

旧 V 带是指新 V 带用 15min 的 V 带。所以新使用的汽车和新换上 V 带的汽车，使用 15min 后，就要调整所有 V 带的张力，包括风扇 V 带、压缩机 V 带、发电机 V 带。

若压缩机 V 带是用 2 根的，更换时要同时更换，并且选用 V 带规格、型号亦应相同，不然，由于新旧 V 带长短不一。受力不均匀，会加速磨损和损坏。

压缩机带轮的调整方法根据不同的安装结构而有所不同。最简单的安装方法是压缩机直接用 V 带与发电机相连，压缩机直接安装在发动机的机体凸台上，因压缩机的底座上有 4 个长形半圆槽孔。调整时，只要松开孔上螺母移动压缩机，改变压缩机与曲轴的相对位置，便能调整 V 带的张力。

旧式的压缩机安装是用安装板相接，安装板可以绕一固定在发动机缸体上的轴转动，用来改变压缩机和曲轴的相对位置，调整时，只要松开转动底板的固定螺钉，转动方榫，底板便能绕固定轴转动，调整带的张力。

目前，压缩机直接安装在缸体的凸台上固定不动，中间惰轮安装在一个可调整的支架上。调整时，只要调整中间惰轮与曲轴带轮和压缩机带轮的相对位置即可。

② 检查电磁离合器：接通离合器电源开关，此时压缩机应马上运行；断开电源，压缩机应立即停止运行。若不是这样，应先检查开关是否损坏，再检查电磁线圈是否正常。

在冬天，若压缩机不起动，有可能是由于低温保护开关起作用。此时，可以直接从蓄电池中引一条导线，将电磁离合器接通，以进行离合器启闭运行检查；若正常运转，说明压缩机是好的。如果在冬天温度很低时（例如低于 4℃），起动压缩机，仍然能运转，则说明低温保护开关已经损坏。

也可以直接用万用表测量电磁线圈的电阻，其电阻值应在正常范围，例如：

BB 系列：11.4 ~ 12.2Ω

RB 系列：3.0 ~ 3.4Ω

其他牌号汽车的电磁离合器的阻值可参考有关说明书。

③ 检查风扇电动机的调速器和继电器：接上风扇电动机开关后，从低档到高档进行转速调节，每档让风扇停留 5min，以检查其送出的风量是否有变化，若没有变化，则可能是调速器的电阻箱和风扇继电器坏了。

风扇调速器的电阻箱安装在空调器壳外面，用导线和调温键与风扇继电器连接。如果风扇转动而不调速，则电阻器已坏；若风扇不转，则可能是开关或风扇继电器坏了，都需要更换。更换时，应先拆去蓄电池地线和继电器或电阻器的接头，再拆去继电器或电阻器的固定螺钉，便能进行新的风扇继电器或电阻器的拆换。

④ 检查高、低压保护开关和过热保护器：高、低压保护开关和过热保护器的功能是用以在制冷系统发生故障时，保护压缩机和制冷系统不会损坏。它们都和空调开关、风扇开关串联在一起。当系统工作压力太高、环境温度太低或制冷剂泄漏完时，高、低压力开关便会切断压缩机离合器电路。检查时，可把被检查的开关短路，再接通制冷系统的开关。此时，制冷系统开始工作，则说明此开关坏了。例如，要判断低压开关是否坏了，可以把低压开关

的两接头用导线短路，此时，开动制冷机，压缩机不工作则开关正常，压缩机工作则开关不正常。对于热保护开关，短路会烧毁低熔点金属丝，所以在检查后得重新接上新的低熔点金属丝，否则，压缩机便不能工作。

可以用同样的方法，检查怠速控制器、温度控制器和超速继电器等。当然也可用万用表测量拆去电源线接头后的上述装置。

⑤ 检查供暖系统：首先应保证有足够的冷却液。散热器有两种形式，下流式和横流式。下流式散热器在顶部和底部有平置液槽。为检查其冷却液，拧开散热器盖，应能在上液槽内看到冷却液。这时起动发动机并暖车后，不应看到冷却液溢出加液口。如果溢出，则表明散热器可能堵塞了管道。

对于横流式散热器，在左右两边都有垂直放置的液槽。起动发动机后，拧开散热器盖，应能看到冷却液的加速流动。

其次要检查散热器的密封性能。最好用压力表检查散热器内的压力。在发动机工作时，其压力变化范围应小于 21kPa。一般检查可以拧开散热器盖，检查一下密封胶垫的表面有无压痕、划痕等缺陷。如果有，应换上新的密封圈，重新装好。

冷却液若不干净或有铁锈，液色变黄，都应该将冷却液放掉，再用化学清洗剂清洗冷却系统，用清水清洗干净，然后加上冷却液，充满冷却系统。

最后拨动调温键，这时，出风口的温度应有变化，操纵机构应移动自如。如果温度不变，操纵吃力，则应修理。另外还应检查供暖系统是否漏水等。

⑥ 检查膨胀阀：膨胀阀的毛细管应牢固地夹紧和用绝缘布包捆在蒸发器出口处，有的毛细管应准确插入制冷管路的插孔中，并用感温油包覆。

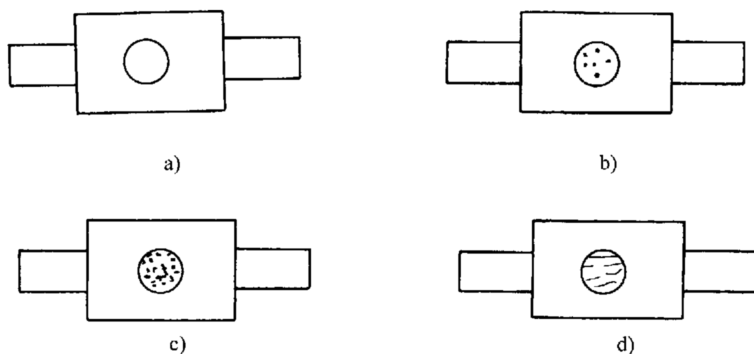
⑦ 检查视液镜：汽车空调一般装配有视液镜，来观察制冷系统内部制冷剂的流动情况，大多数轿车的视液镜设置在储液干燥器的出口处，只有个别轿车和大、中型客车视液镜设置在储液干燥器和膨胀阀之间的管道上。视液镜的设置给保养汽车空调带来了许多方便。每天在使用汽车空调时，便能通过视液镜中制冷剂的流动状况，来决定保养内容。通过视液镜来检查制冷系统制冷工质的步骤如下：

起动发动机，并将转速稳定在 1500～1700r/min，让制冷压缩机运行 5min。擦干净视液镜的玻璃，把空调功能选择键置于 Max 的最大制冷状态，且使送风机（包括空调器和冷凝器送风机）达到最高转速。这时可以通过视液镜中观察到如下几种情况：

a. 清晰，如图 15-2a 所示，口内没有气泡出现，也看不见液体流动。这种状况表明系统有三种状况：

a）表示系统内制冷剂已全部泄漏光。这时若用手触摸压缩机进、排气口，没有温度差异，空调器出风口的空气温度亦不冷。这时应立即关闭发动机，检查制冷系统制冷剂泄漏的原因，并修理好。否则，会很快烧毁压缩机。

b）制冷剂过多。两手分别触摸压缩机进气管和排气管口，温差明显，而且高压侧有烫手感，低压侧能看到冰霜；空调器出风口的温度比正常制冷剂量时高 3～5℃；若空调系统压缩机关掉电源停止运行后，其余部分继续工作时，在超过 45s 以后，视液镜内仍然清晰无气泡流过，便可以判断是系统内制冷剂量过多，此时便必须把多余的制冷剂排除。否则，会出现管道破裂，制冷性能降低，能耗上升等故障。用压力表测量高压端，则其值超过正常值。



c) d)

图 15-2 空调视液镜看到制冷剂液流状态

a）清晰 b）偶有气泡 c）大量气泡 d）条纹、黑脏

c）制冷剂适量。此时的现象和制冷剂量过多时相比较，首先是高压端不烫手，出风口的温度较冷。其次是在暂停压缩机后，空调其余部分仍然工作，45s 后在视液镜上可以看到有少许的气泡通过，而用压力表测定高压端压力时，压力正常。

b. 偶有气泡，如图 15-2b 所示。偶尔或者缓慢地看到有少量气泡流过，此状态说明制冷剂量稍有不足或制冷系统的干燥剂已经饱和，制冷剂内有水分混进。区分上述情况的方法如下：

a）当膨胀阀有结霜现象出现，并且视液镜有时能看到变颜色的干燥剂，则说明系统制冷剂含有水分，应马上更换干燥剂，继续观察制冷剂是否变质，不变质方可继续使用。

b）当膨胀阀没有结霜现象出现，说明制冷剂量不足，必须加入适量的制冷剂，并检查有无泄漏之处。

c. 有大量气泡或泡沫状，如图 15-2c 所示。此状态说明系统内制冷剂量严重不足，并伴有大量水分和空气进入系统。此时必须采用制冷剂检漏仪检漏补漏。然后将制冷系统抽真空，加入足量的冷冻润滑油和制冷剂，并确保系统密封良好。

d. 视液镜的玻璃上有条纹状的油渍或黑油状泡沫，如图 15-2d 所示。表明系统有如下三种故障，检查解决如下：

a）若压缩机进、排管有明显温度差，将停止压缩机运行，并使空调其余部分仍处运行时，视液镜内玻璃的油渍干净，说明系统制冷剂量略少，而冷冻润滑油量过多。此时应想办法从系统内释放一些冷冻润滑油，再加入适量的制冷剂。

b）压缩机进、排气管有明显温差，将压缩机停止运行，并使空调其余部分仍处运行时，玻璃上留下的油渍是黑色或有其他杂物，则说明系统内的冷冻润滑油已变质、受污染。此时在清洗制冷系统后，重新注入冷冻润滑油和制冷剂。

c）若压缩机进、排气阀门没有明显的温差，空调器出口也没有冷气出来，则说明制冷剂已全部漏光，镜上的是冷冻润滑油。

2 保养维护作业表

汽车空调系统的定期维护，其方法一般有两种：一种是与车辆的维护同步进行，见表

15-1；另一种是按汽车空调专门制定的维护周期独立进行。

汽车空调系统独立维护的项目、内容及周期见表 15-2。

为了使大、中型客车的独立空调系统运转状况良好，定期保养维护是非常必需的。因为只有把保养工作做好，才能使空调系统经久耐用，运行成本降低，并获得舒适的空调环境，使旅客满意。独立空调的保养和轿车空调有相似之处，亦有不同之处。表 15-3 是独立空调的定期保养维护项目和时间。

表 15-1　汽车空调系统二级维护作业（结合车辆二级维护作业进行）

类别	序号	作 业 项 目	技 术 要 求
制冷循环系统	1	检视高、低压管道	高低压管道的管类码齐全，螺栓紧固不松动。软管表面无起泡、老化或破损现象，硬管焊接处无裂纹或渗漏现象，全长上没有与其他机件发生碰擦干涉现象
	2	检视膨胀阀	膨胀阀应无堵塞，感温包作用正常，膨胀阀能根据温度的变化而自动调节制冷剂的供给量
	3	检视储液干燥过滤器	在制冷系统正常工作时，其表面应无露珠或挂霜现象 每年在四至五月维护期中，更换一次干燥剂（可拆式）或视需要换储液干燥过滤器总成（不可拆式）
	4	检查、清洁蒸发器和冷凝器，检紧全部固定螺栓、螺母	蒸发器、冷凝器无渗漏，散热片无折弯、无尘土杂物堵塞现象。蒸发器、冷凝器座应无裂纹，各固定螺栓螺母齐全、紧固、可靠
	5	检视制冷剂量	制冷系统工作时，观察视液镜，应无气泡流动现象 在制冷装置进气口的空气温度为 30 ~ 35℃；发动机转速为 2000r/min；送风机以最高速旋转和制冷选用最强档的条件下，系统的工作压力应为： 低压侧为 0.147 ~ 0.2MPa 高压侧约为 1.4 ~ 1.5MPa
压缩机	1	每年在四至五月维护期中更换一次压缩机润滑油，并清洁或更换润滑油滤网	压缩机润滑油液面高度应达到视液镜的上部边缘或原厂规定标准。油滤网应清洁、无杂物堵寒或缺损现象，磁铁完好有效
	2	检视进、排气阀	进、排气阀开闭灵活，作用正常
	3	检视油封	油封处不应有渗漏现象
电气系统	1	检视冷凝器和蒸发器的风机	各风机工作正常无异响，叶片无裂损，固定螺栓、螺母齐全、牢固、有效。冷凝器风机与冷凝器散热片无干涉现象
	2	检视冷却液温度开关	冷却液温度开关在（100 ±2）℃时，应能自动接通声光报警电路
	3	检视高、低压压力开关	高压开关在压力大于 2.2MPa 时，应能自动接通声光报警电路及切断通向电磁离合器的电流。当压力小于 2MPa 时应能自动复位 低压开关在压力小于 0.2MPa 时，应能自动接通声光报警电路及切断通往电磁离合器的电流。使压缩机停转。当压力大于 0.2MPa 时应能自动复位
	4	检视除霜温度控制器和车内温度控制器	除霜温度控制器应在 2℃左右时能自动接通旁通电磁阀，在 7℃时自动断开 车内温度控制器在 5 ~ 30℃的控制范围内作用良好
	5	检视电磁离合器	电磁离合器离合良好，无打滑现象出现。离合器轴承在旋转时无偏摆拖滞现象出现

表 15-2　汽车空调系统独立维护项目

类别	维护项目	维护内容	维护间隔					
			每天	每周	每隔一季		每隔 2 季季末	每隔 3 季季末
					季初	季末		
压缩机拆卸检查	曲轴及其轴承	磨损应在规定范围以内					⊕	○
	连杆及其轴承	磨损应在规定范围以内					⊕	○
	活塞组	磨损应在规定范围以内					⊕	○
	阀门	更换					⊕	○
	润滑油泵	磨损应在规定范围以内					⊕	○
	油封	用测漏仪检查其泄漏量					⊕	○
	润滑油	更换及清洗滤网				⊕	○	
制冷循环系统	管道各接头	有无松动情况，用检漏仪检漏				●		
	制冷剂注入量	通过视液镜检查	●					
	冷凝器	检查是否有尘埃和夹杂物，必要时加以清洗		●				
	蒸发器	检查是否有尘埃和夹杂物			●			
	干燥过滤器	更换干燥剂或总成						●
	膨胀阀	检查动作是否正常及滤清器是否堵塞					⊕	○
电气系统	冷却液温度报警灯	超温时是否能亮		●				
	高压报警灯	超压时是否能亮		●				
	压力开关	检查动作是否正常			●			
	冷却液温度开关	检查动作是否正常			●			
	车内温度控制器	在温度控制范围内作用是否良好			●			
	热敏电阻开关	检查动作是否正常			●			
	送风机	检查其工作是否正常可靠			●			
	电磁离合器	检查是否具有所规定的性能			●			
	电磁阀	检查动作是否正常					●	
其他	紧固件	检查有无裂纹或损伤，如发现松弛则要加以紧固		⊕		○		
	V 带	检查其张力和磨损程度		●				
	V 带张紧轮	检查是否能圆滑旋转			●			
	空气滤清器	检查有无堵塞现象，必要时加以清扫		●				

○——轿车；⊕——货车；●——所有车种汽车。

表 15-3　独立空调定期保养维护项目和时间

保养维护部分	顺序号码	保养维护项目	保养维护内容	维护时间					更换时间
				每天	每一百天	每二百天	每一年	每二年	
电器部分	1	发动机停止电磁线圈和磁铁	是否能动作	○					5 年
	2	油温警告灯	是否能亮灯	○					
	3	冷却液温度警告灯	超温时是否亮灯	○					
	4	高、低警告灯	压力异常时，是否亮灯	○					
	5	接地螺栓	是否生锈或松动		○				
	6	耦合器紧固体	检查是否紧固	○					
	7	所有电路接头	是否脱落和牢靠			○			
	8	转速表	能否指示	○					
安全	9	高压、低压开关	能否动作				○		5 年
	10	易熔塞	检查易熔合金是否熔化	○					5 年
	11	旁通阀	是否动作		○				
制冷循环	12	制冷剂数量	从视液镜中判断	○					
	13	干燥器	改变颜色时更换		○				1 年
	14	橡胶管	是否老化和龟裂				○		3 年
	15	管道接头	是否渗漏	○					
	16	密封	用检漏仪器检查				○		
	17	膨胀阀	是否正常				○		3 年
压缩机	18	冷冻润滑油	从装在压缩机的视液镜中判断	○					2 年
	19	缸盖螺栓	拧紧				○		
	20	吸入过滤器	清洗干净					○	
	21	吸、排气阀片	制冷效率下降时修理				○		
	22	联轴器	检查有无裂纹				○		3 年
	23	机油滤清器	是否堵塞					○	4 年
	24	压缩机	大修					○	
换热器	25	蒸发器	清扫散热片			○			
	26	冷凝器	冲洗散热片		○				
	27	风机	有无噪声过大			○			2 年
其他	28	设备装配螺栓	紧固		○				
	29	设备防振橡胶	是否老化、变形					○	2 年
	30	管道保温材料	是否老化、龟裂				○		
	31	进出空气温差应在 7～10℃	用温度计测量	○					
	32	空气滤清网	清扫	○					
副发动机	33	冷却液	检查液量	○					1 年
	34	散热器	清扫灰尘	○					
	35	水泵和张紧轮	加油和调整 V 带张力		○				
	36	发动机机油	油表尺检查油量	○					
	37	机油滤清器	更换滤芯						3 个月
	38	空气滤清器	更换滤芯						1 个月

（续）

保养维护部分	顺序号码	保养维护项目	保养维护内容	维护时间					更换时间
				每天	每一百天	每二百天	每一年	每二年	
副发动机	39	油箱	检查有无漏油	○					
	40	喷射泵凸轮箱	更换油		○				
	41	燃油滤清器	清除杂物或更换		○				1 年
	42	起动机	检查电刷、轴承、连轴器、电容等				○		3 年
	43	起动机齿轮轴	圆跳动量是否太大				○		3 年
	44	注油软管	泄漏				○		
	45	油位表和导管	指示和泄漏				○		
	46	排气管	是否漏气			○			
	47	阀门间隙	检查大小				○		
	48	发动机紧固螺栓	拧紧		○				
	49	压缩压力	是否正常					○	
	50	独立取暖器	电路、油路、控制	○					

○——维护项目。

3 汽车驾驶人对汽车空调的保养职责和范围

为了确保汽车空调能良好运行，发挥它应有的作用，除了在使用过程中进行正确操作外，日常的维护、保养也是很重要的。汽车空调各主要部件保养、维护应按下面的方式进行。

1）压缩机的保养维护：主要是定期检查冷冻润滑油油面的高度，当油面过低时应及时添加。一般在正常运行情况下，冷冻润滑油消耗极少，若从压缩机曲轴箱的视液镜中看不到冷冻润滑油，则说明冷冻润滑油已被大量泵至制冷系统内或压缩机漏油。遇到上述情况后需要对压缩机进行检查修理后，才能再加冷冻润滑油，否则制冷系统工作效率会下降，以致不能正常工作。压缩机传动 V 带的松紧度检查也很关键，V 带过松会打滑，造成转速下降，制冷效果差，过紧易损坏曲轴轴承。

2）冷凝器的保养维护：主要的是要保证冷凝器能通过最大的气流量。因此，平时要注意冷凝器是否运行正常，并注意经常清洁冷凝器通道，不要被油污、泥土堵塞，以及保护冷凝器散热片完好无损。

3）蒸发器的维护保养：蒸发器同冷凝器一样都是换热器，所以日常亦要注意蒸发器能通过最大的气流量。使用应注意之处包括：保持蒸发器空气过滤器的清洁，蒸发器的导管必须清洁，肋片保持平直。送风机运转正常，排水管必须保持清洁、畅通，以保证冷凝水能及时排走。

4）储液干燥过滤器的保养和更换：储液干燥过滤器有可拆卸和不可拆卸两种，一般储液干燥过滤器使用一定时间后，过滤器会出现堵塞或干燥剂失效。可拆卸的过滤器可将其拆开清洗滤网，将内装的干燥剂可加热活化后，再装入继续使用。不可拆卸的过滤器，就需

更新。

5）管路接头：检查各管路接头有无油污，有油污表明有微漏，应进行紧固。

6）紧固件：检查紧固件油污裂纹、损伤，若有应修复或更换。如果松动，则应紧固。

7）制冷剂量：通过玻璃窗察看，如果制冷剂量不足，应给予补足。

4　汽车空调保修工对汽车空调的保养职责和范围

因为汽车空调的检查和调整项目，有的不是驾驶人所能完成的，而必须由空调保修工进行。汽车空调保修工除了检查和调整驾驶人所担负的例行保养项目外，还应该及时完成如下作业项目：

4.1　每季度必须进行一次的作业项目

1）蒸发器：应检查有无灰尘、杂物等，如有应予以清除。

2）膨胀阀：应检查动作是否正常，有无裂纹污物等。

3）电磁离合器。应检查是否达到规定性能要求，如性能降低，应修理或更换。检查离合器轴、带轮轴承运转情况，若不能正常旋转应更换。

4）热敏电阻开关：应检查动作是否正常，不正常应修理。

5）电器部件：检查是否有故障，视情况不同进行相应调整或修理。

4.2　每 3 季度进行一次作业的项目

1）压缩机：进行拆卸检查，有故障应修复。

2）更换阀门。

3）油封：用试漏灯检查，有微漏应修复或更换。

4）曲轴轴承：应检查磨损程度，必要时进行修复或更换。

5）活塞：检查工作和磨损情况，必要时进行修复或更换。

6）连杆：检查工作和磨损情况，必要时进行更换或修复。

7）油泵：检查工作和磨损情况，必要时进行修复或更换。

8）过滤网（罐）：一般必须更换。

9）送风机电动机：检查运行情况，视情况进行修理。

第 16 章　汽车空调系统维修后的性能检测

1　汽车空调系统维修后的外观检查

修理后的汽车空调，每台都要进行外观检查。外观检查主要包括如下的内容。

1.　外观的观察

油漆是否均匀，有无脱落、划痕等缺陷；门窗是否密封；隔热层是否平整、牢固、紧贴；电气路线是否布置整齐、连接是否牢固；空调系统各部件仪表是否干净、有无油污，安装牢固与否等。

2. 各控制键的检查

移动和旋转各个控制键时，应灵活，无阻滞。当开动空调器时，压缩机开动应轻快而噪声小；风扇换档后，送出的风量应相应变化，且并无异常噪声；按下各个功能键时，各风门的风向应按各键所规定的风向送出；移动温度键后，空调器送出的风的温度应该有变化；如果是自动空调，则看其是否在调定的温度范围内稳定运行。

3. 管路和各零部件的泄漏检查

应用电子检测仪，对汽车空调系统的管道和器件，进行一次全面而又细致的泄漏检查。若发现有微小泄漏的地方，如果是接管或配合 O 形密封圈，只需略为拧紧一点螺母即可（注意：O 形橡胶圈压得太紧，密封性能反而下降）。如果是管道有裂纹等，就要补焊或更换。

这里要注意压缩机主轴油封的泄漏问题。这是因为到目前为止。汽车空调压缩机的主轴油封泄漏制冷剂的问题还没有得到完全的解决，这是全世界汽车工业界碰到的一大难题。所以如果用精密的电子检漏仪调整最小档，总能发现压缩机的油封有微量的制冷剂泄漏出来。目前判断泄漏是否属于正常的方法如下：将电子检漏仪的灵敏度调整到每年为 15g 泄漏量即报警。如果小于 15g/年，则认为是允许的，不会妨碍空调系统的工作。这个泄漏量用卤素检漏灯是不能检出的。卤素检漏灯在每年漏量为 48g 时，已不能检出；在每年 288g，其火焰微绿色；每年漏量 384g，火焰颜色变为淡绿色。若轿车空调系统的制冷剂每年泄漏量为 200g，其制冷剂损失已相当严重，不能正常工作了。因此，汽车空调检漏的可靠方法应是电子检漏仪和肥皂水检测法，卤素灯只能作辅助检查，不能作为出厂的质量检漏工具。

2　汽车空调系统维修后的性能测试

在所有安装或修理工作结束后，并经过外观检查，应在路试之前先做一些简单项目的性能测试，以保证下一步路试的进行或外修的质量。需说明的是修理后的汽车空调，保温性能、车内气流分布、温度差异等都不用检查，故汽车空调修理后，只需作简单性能测试后合格即可出厂。

汽车空调简单性能测试的方法是用表阀测量其高、低压力值和用温度计测量空调器吹出的空气温度即可。

2.1　一般空调性能测试

1）如图 16-1 所示，将表阀和空调制冷系统压缩机吸、排气维修阀连接。连接时，先关

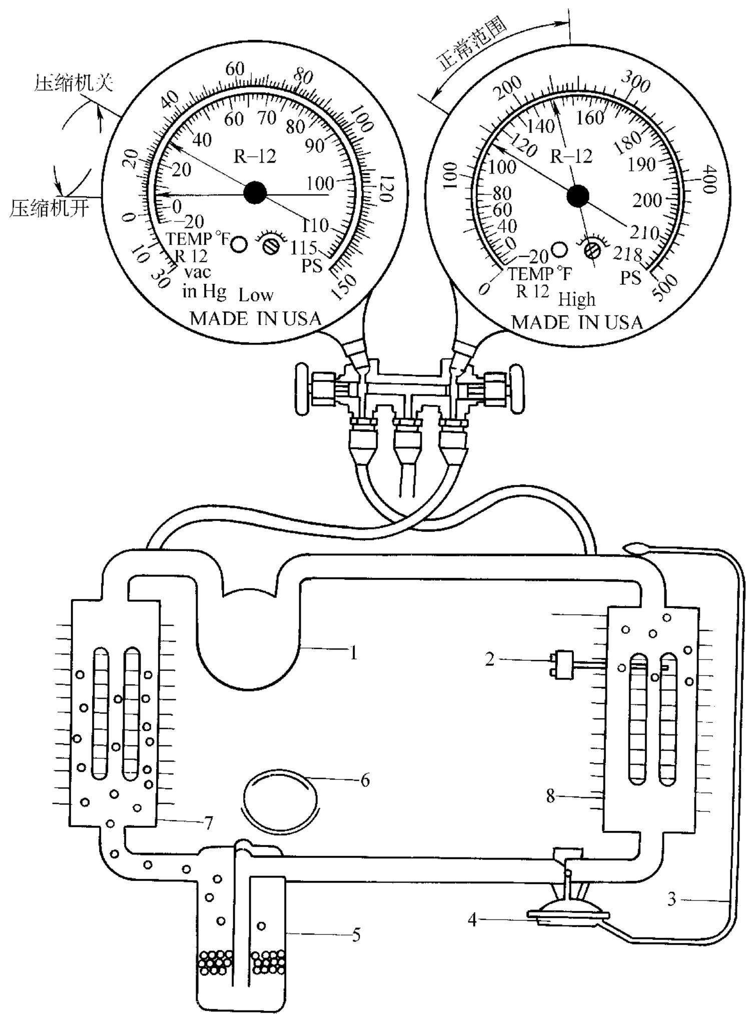


图 16-1　空调制冷系统高、低压力值正常范围

1—压缩机　2—恒温器　3—感温包毛细管　4—膨胀阀　5—储液干燥器　6—视液镜　7—冷凝器　8—蒸发器

死高、低压手动阀，并在接好管后，排除管内的空气（否则管内空气会跑到制冷系统内）。

2）起动发动机，设压缩机的转速保持在2000r/min；置空调控制板上的功能选择键于Max（或A/C）位置，温度键于Cool位置，风扇键于Hi位置，并打开车窗门。用大风量风扇对准冷凝器吹风。

3）将一根玻璃管温度计放在中风门空调出风口，而将干湿温度计放在车内空气循环进气口处（注：湿温度计的球都要覆盖饱蘸水的棉花）。

4）空调系统至少要正常工作15min后，才能进行测试工作，记录数据。空调系统的正常值达到如下的要求方可出厂。

① 对CCOT系统，如图16-2所示。

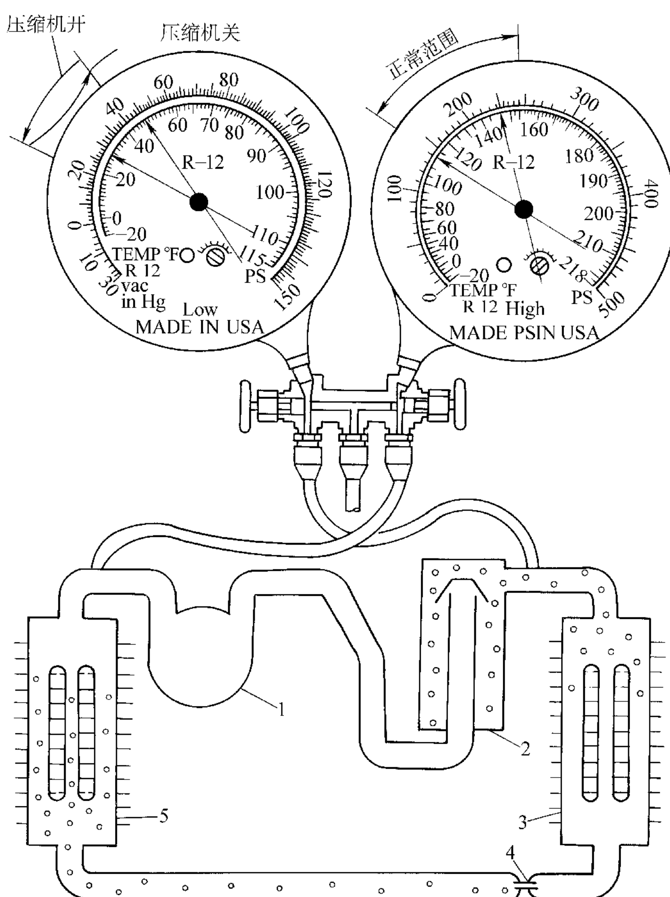


图16-2　CCOT系统高、低压力测试

1—压缩机　2—积累器　3—蒸发器　4—孔管　5—冷凝器

环境温度：21～32℃。

高压表值：1.0～11.55MPa。

低压表值：压缩机开动后，低压表压力开始下降，当降至约0.118MPa时，恒温器则会切断离合器电路。压缩机停止工作。这时，低压表压力又会上升至0.207～0.217MPa，恒温开关接通离合器电路，压缩机又开始工作，低压表压力又下降，系统便周而复始地进行循环。

空调冷风温度：1 ~10℃。

② 其他循环离合器制冷系统，如图 16-1 所示。

环境温度和高压表值与 CCOT 系统相同。

低压表值：压缩机一些时，低压表值开始下降，在 0.103MPa 时，压缩机便停止运行。随之，低压表指针开始回升，回升到 0.207 ~0.217MPa 时，压缩机又开始运行，低压表值又开始下降，系统便周而复始地进行循环。

空调冷风湿度：1 ~10℃。

③ POA、VIR 系统，如图 16-3 所示。

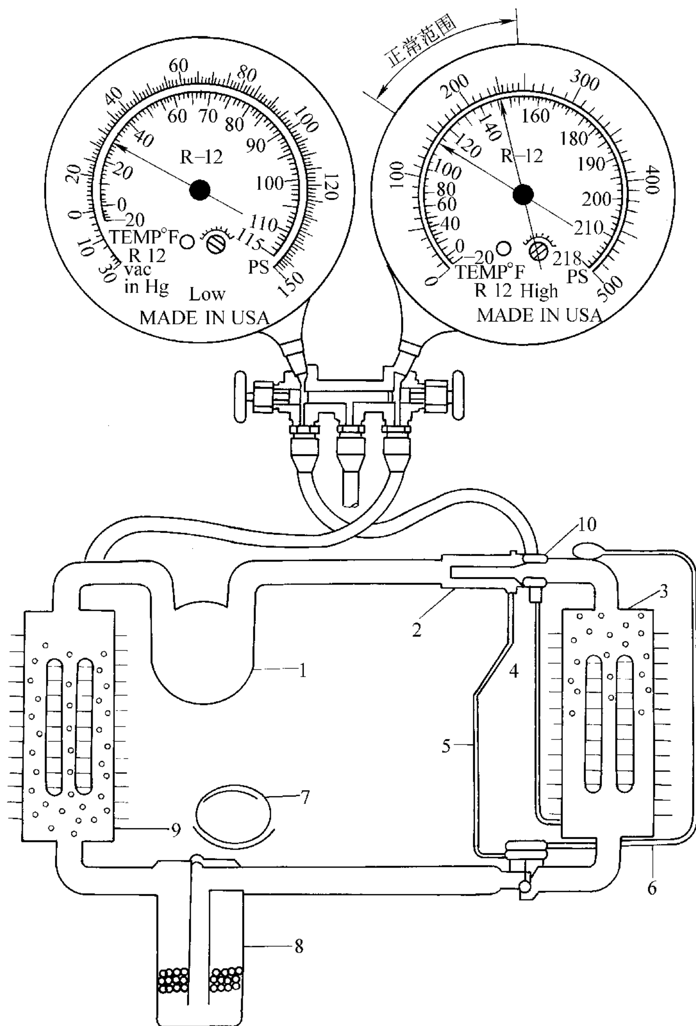


图 16-3　POA、VIR 系统高、低压力测试

1—压缩机　2—POA 阀　3—蒸发器　4—溢油管　5—外平衡管　6—感温包毛细管

7—视液镜　8—储液干燥器　9—冷凝器　10—POA 阀检测口

POA、VIR 系统的表阀连接方法与循环离合器制冷系统略有不同，因为 POA 阀、VIR 阀上均有一个检修阀门，所以，表间低压管应接至 POA 阀和 VIR 阀的检修阀门（而不是压缩机吸气检修阀）。

环境温度：21～32℃。

高压表值：1.01～1.55MPa。

低压表值：0.193～0.214MPa。

由于 POA、VIR 系统的压缩机不停地运行，所以其低压表值变化不大。

由于制造厂家不同，压力波动值会略有不同，但通常其误差应小于 3.4kPa。空调器冷风温度：1～5℃。

④ EPR 系统，所谓的 EPR 系统，是指应用蒸发器压力调节阀（EPR 阀）来控制蒸发器的温度而使其不产生冰结现象的系统。EPR 系统多用在克莱斯勒公司和丰田公司的高、中级轿车的自动空调上。测试连接如图 16-4 所示，表阀高压接口接压缩机排气阀，低压接口接蒸发器出口管上制冷剂注入阀，再在 EPR 阀的压力表阀上装一个低压表。由于 EPR 阀系统的接法与 POA 阀系统不同，故其测试数据也会有所不同。

从 EPR 阀制冷系统的工作可知，蒸发器压力低到一定程度时，EPR 阀主通路关闭，不

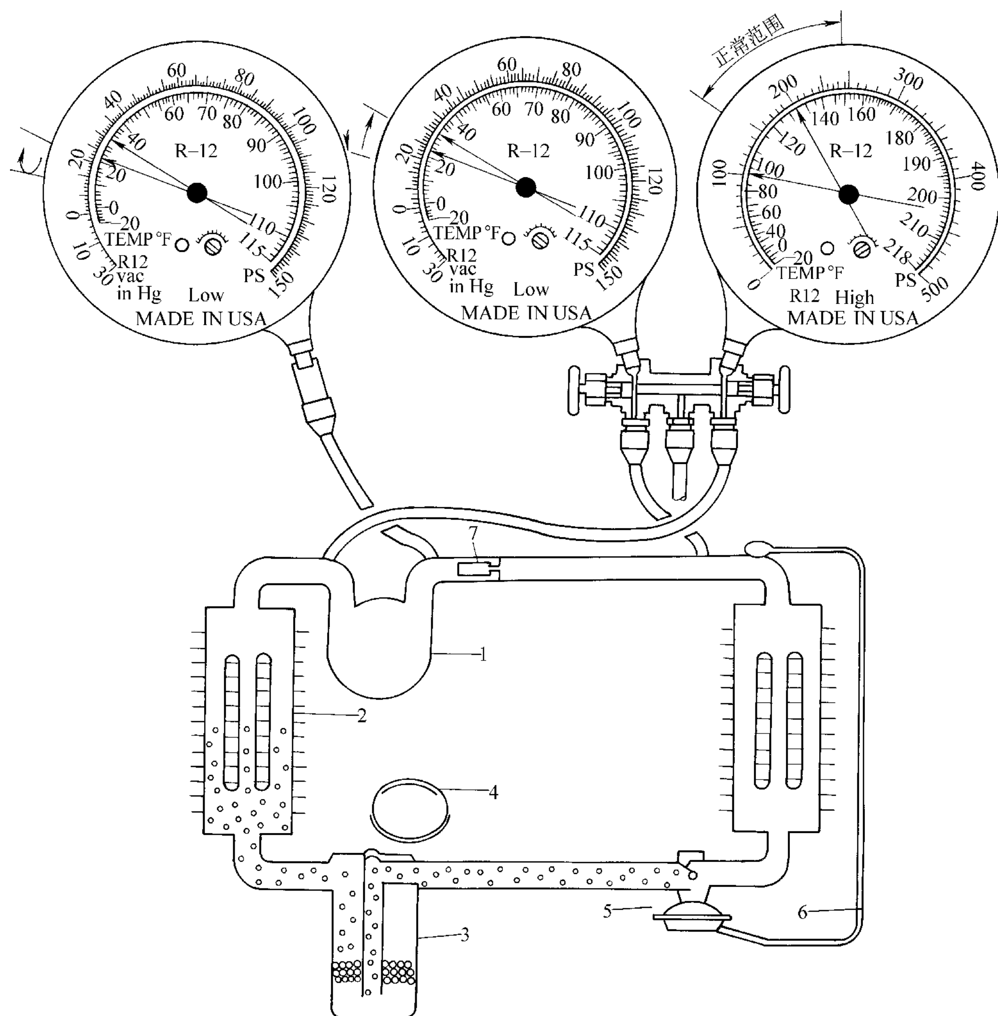


图 16-4 EPR 系统压力测试

1—压缩机 2—冷凝器 3—储液干燥器 4—视液镜 5—内平衡膨胀阀 6—感温包毛细管 7—EPR 阀

让制冷剂进入压缩机，而压缩机却还在不停工作，故其测试数据如下：

环境温度：21 ~32℃。

高压表压力：当 EPR 通路时，压力在 1.01 ~1.55MPa；当 EPR 通路关闭时，压力在 1.01 ~1.21MPa；而在 EPR 阀关、开之间，高压表值应由低到高变化。

低压表压力：0.14 ~0.20MPa，在 0.14MPa 时，EPR 阀打开。

第三个低压表：0.11 ~ 0.14MPa，在 0.14MPa 时，EPR 阀关闭，其压力下降到 0.11MPa，这是因为有小管路的制冷剂和冷冻润滑油流到压缩机，故其压力在 EPR 阀关闭期间维持在 0.11MPa。此循环不断重复，以保证适当的蒸发温度，保证制冷系统的正常工作。

空调温度：1 ~10℃。

由此看来，EPR 阀的关闭压力 0.14MPa 是一个基准点，当表阀的低压表值在 0.14MPa 时，EPR 关闭，其指针将开始回升，而第三个低压表由于制冷剂流量小，压缩机的抽力将使其指针下降，直到 0.11MPa，高压表也下降。因此，本系统的 EPR 阀的动作是比较频繁的，而且空调系统送出的空气温度变化比 POA 系统波动大。

2.2　独立式汽车空调性能测试

由于独立空调的副发动机转速只有 2 ~3 档可调，所以压缩机的工况比较稳定，其高低压力相应也比较稳定。现以日本三菱机电公司生产 BS701C 独立式大公共汽车空调（制冷量即 88000kJ/h）为例，说明其测试方法。

1）切断副发动机，将其转速置于高速档，并关闭所有车门，在压缩机工作 15min 后测定下列数值：高、低压表值；车外环境温度；车内蒸发器循环风入口处的湿球温度。

2）对照标准低压压力表值图进行比较，若对应的低压表值和车内循环风入口湿球温度值相对坐标点落在室外温度线上，则视为正常运行。从图 16-5 可得标准低压值。例如，车内循环空气湿球温度为 19.5℃，冷凝器入口空气温度为 35℃，则从 19.5℃作垂直线交 35℃坐标直线上的 A 点，A 点的纵坐标（低压表值）为 245kPa，按独立空调工作原理，如果表阀上的低压表值在（245 ±10）kPa 范围内，均属正常范围。

3）低压表值从图上求出后，再按图 16-6 求出高压表值，对照测试的表阀上压力值是否在正常范围内。

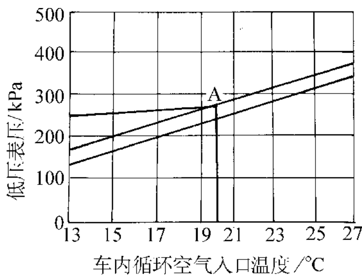


图 16-5　大型客车独立空调标准低压值

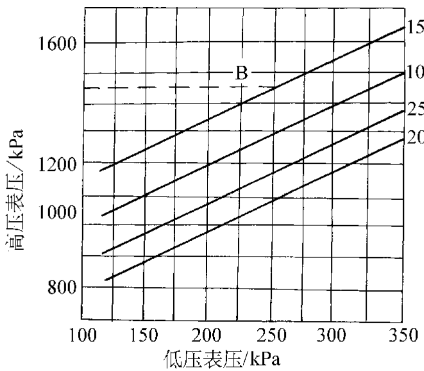


图 16-6　大型客车独立空调标准高压值

例如：从图 16-5 求出低压表值为 245kPa，在图 16-6 中横坐标 250kPa 作垂线，相交于 35℃坐标线的 B 点，B 点对应的标准高压压力值为 1.422MPa。如果测试的表阀高压压力值在（1.422±0.2）MPa 变化，属于正常工作状态。

2.3 系统检测数据与自然环境条件变化的关系

测试空调时，压缩机的排气压力和吸气压力，空调器吹出的冷风温度，均受到外界因素，如环境、湿度和海拔的影响，现分述如下。

1. 海拔的影响

海拔的变化主要影响测试的表阀压力表上的读数。以前介绍过，海拔每升高 304.8m，压力下降 3.5kPa。所以，不同海拔的汽车修理厂，应根据自己工厂的海拔，对相应高、低压力表的读数进行高程修正。

2. 环境温度的影响

环境温度越高，吹向冷凝器的温度越高，其冷却效果越差，这时其冷凝的饱和温度较高，对应的饱和蒸气压力也较高，其测试的高压表值也较高。

环境温度一般对蒸发器的蒸发压力影响不大，因为蒸发压力主要受压缩机转速、蒸发器压力控制装置和膨胀阀影响。在 21～32℃ 的环境温度下蒸发器压力基本不受影响；如果高于 32℃，则蒸发器压力会略有升高，但影响不大。所以表阀上的低压表值变化不大。

环境温度影响空调冷风的温度。环境温度升高，空调系统的热负荷将增加。同时进入蒸发器表面的空气温度也相对增加，所以吹出来的空调风温度也较高。

环境温度对汽车空调系统测试结果的影响见表 16-1。表中的数据是在空调系统在如下的工作状态（工况）下得出的。

表 16-1 环境温度对空调系统的影响

环境温度/℃	排气表压/MPa	低压端表压/MPa		空调冷风温度/℃	
		POA、VIR、EPR 压力	离合器循环的吸气压力	蒸发器压力控制系统	离合器控制循环系统
21.1	1.01～1.05	0.193～0.214	0.118～0.217	0.6～4.4	1～6.7
26.7	10.6～12.0	0.193～0.214	0.118～0.217	1.6～5.6	1.5～7.2
32.2	12.6～14.6	0.193～0.214	0.118～0.217	1.6～6.1	3～8
37.8	14.4～15.5	0.200～0.241	0.138～0.227	2.8～6.7	4.2～10
43.3	1.83～19.0	0.214～0.261	0.158～0.238	3.3～8.1	4.5～12

压缩机转速 2000r/min；温度键置于 Cool；功能选择键在 Max（或 A/C）；风扇转速为 Hi。制冷剂为正常量，冷冻润滑油标准量；用一个大风扇对冷凝器高速送风；并关好车窗门，打开发动机室盖状况下测得。

3. 环境湿度的影响

空调制冷不仅要降低空气的温度，还要对空气中水分除湿。显然，空调环境的空气湿度越大，空调系统的热负荷就越大。在制冷量一定的空调系统中，环境的湿度越大，空调冷风的温度就越高。

表 16-1 中，空调器吹出的温度变化值，主要是受湿度的影响，其中当湿度为 30% 时，为下限；当相对湿度为 90% 时，冷风温度在上限。如果通过蒸发器空气的湿度为 95% 时，

其温度还会上升 2～3℃。所以，在湿度很大的时候，空调的外循环风门最好关闭，以有利于减少空调器的热负荷，使空气温度尽快下降。

由于大气环境温度、湿度的海拔，特别是环境温度和湿度对空调系统的影响极大，所以，要为各种不同类型的汽车空调制定一个特定的检测特性数据表是不切合实际的。所以，如果性能试验的结果在正常工作的压力和温度之内，且其他检查都无缺陷，就可以认为修理工作可以结束。

3　汽车空调制冷性能测试方法

空调制冷性能的测试方法分为：压力测定法、曲线比较法和道路试验法。

1. 压力测定法

应用压缩机高、低压侧的压力是否正常，来判定空调制冷性能是否达到要求。其方法是：

1）将测试用的歧管压力表的软管分别接在压缩机高压侧和低压侧上。

2）将发动机转速控制在 2000r/min，起动压缩机。

3）将空调风扇转速调到最高档。

4）测定气温温度：一般在 30～35℃范围。

5）测定制冷系统低压侧压力：一般在 147～192kPa 范围。

6）测定制冷系统高压侧压力：一般在 1373～1668kPa 范围。

7）气温改变，则压力值亦相应改变。气温比 35℃每降低 3℃，其高压压力比给出的标准高压压力降低 68～78kPa。

2. 曲线比较法

曲线比较法是利用空调说明书提供的空调性能曲线和实测的温度差值、相对湿度在性能曲线图上的交点位置来判定空调制冷性能是否合格。其具体方法是：

1）将发动机转速控制在 2000r/min，起动空调压缩机。

2）将空调风扇转速调到最高档位。

3）将干湿球温度计放置于蒸发器的进气口处，测得蒸发器进气口处的干球温度和湿球温度。

4）将测得的干球温度和湿球温度在空气温湿图上求出相对湿度。空气温湿图如图 16-7 所示。轿车一般在 45%～60%。例如，一辆奥拓轿车测得标准干球温度为 27℃，湿球温度为 19.8℃，可计算出相对湿度为 50%。

5）在冷风出口处用温度计测量冷风出口温度，并与蒸发器进口空气温度求出它们之间的差值。然后根据相对湿度和进、出口温度差，在空调性能曲线上求出其交点。如果此交点落在两条极限线之内，则空调制冷性能为合格的。空调性能曲线图可在各个车型有关技术文件上查得。

3. 道路试验法

对于空调制冷能力的测定，也可以在道路上行驶进行测定，以判定空调制冷能力是否合格。

1）试验选用的道路：应在平坦、硬实的公路上进行，路面纵坡不大于 1%，长度不小

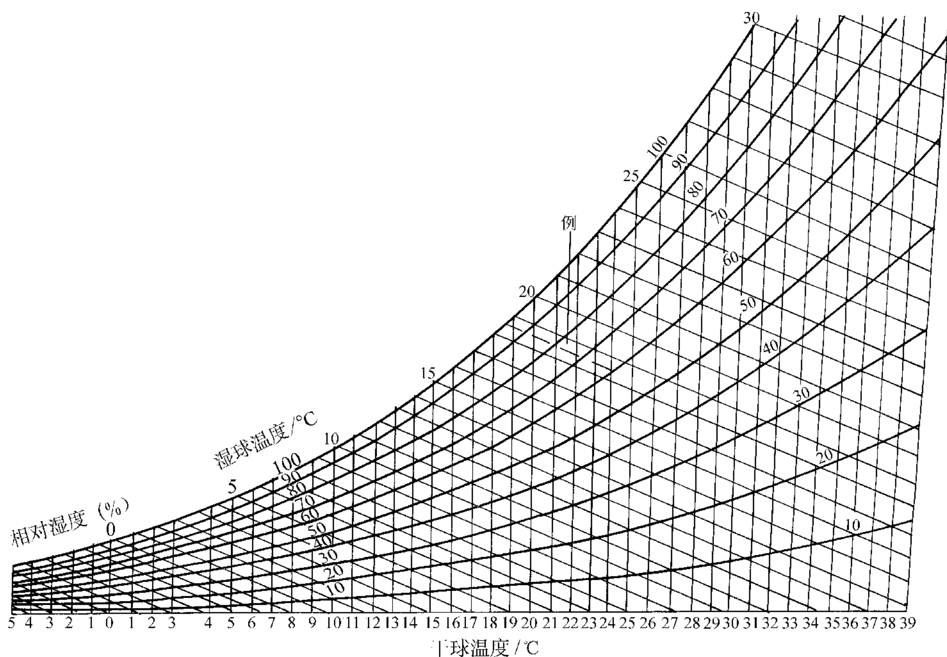


图 16-7 空气温湿图

于 40km。外界气温最好为 35℃。

2）试验方法：轿车在试验道路上，全开空调以不同的速度行驶，分别测量 10min、30min 车内降温，车速分别选用：

① 车速为 20km/h 时的降温。

② 车速为 40km/h 时的降温。

③ 车速为 60km/h 时的降温。

3）空调制冷能力的测试标准：

① 车速为 20km/h 全开冷气 10min≤30℃

30min≤27℃

② 车速为 40km/h 全开冷气 10min≤29℃

30min≤26℃

③ 车速为 60km/h 全开冷气 10min≤28℃

30min≤25℃

4）空调制冷能力的判定：经道路测试，不同车速、不同时间、车内降温符合上述测试标准需求的，则空调的制冷能力为合格。

4 典型汽车空调系统维修后的性能检测和调校

今以红旗 CA360 型高级轿车空调制冷系统的检测与调整为例说明如下。

1. 压缩机性能的检测和调整

压缩机总成装配完毕后，应进行总成的密封试验，先将压缩机总成充以 2MPa 氮气，然

后放在水盆内全部浸没，10min 内应无气泡溢出。再将它放置空气中 4h，压力亦应不变。压缩机的排气效率一般是在专门试验台上检测，进气若为大气压力时，排气压力达到 0.3MPa 的时间应不超过 60s。

压缩机必须经过严格检查，质量完全合格后方可装车。一般情况下，对于一套全新的制冷系统来说，压缩机加冷冻润滑油量应偏高些，约为 330~350cm^3，如果制冷系统没有全部更新，而仅是换一台压缩机，则加润滑油量可减少 25cm^3。还应注意的是加好润滑油的压缩机，不可随意转动电磁离合器吸盘，以防止冷冻润滑油窜入气缸，从而被压入制冷系统中。安装压缩机时，要注意安装位置，要使带轮槽与发动机相应的带轮槽平行，否则会加剧 V 带磨损。

2. 制冷系统检漏

制冷系统装完后，必须对制冷系统进行检漏。压缩机尾部有高压、低压两个接头，接头内均有气门芯。它们分别与压缩机的高压、低压腔和制冷系统的高压、低压部分相通。检漏时需将高压的氮气接到高压注液接头，在低压注液接头上接压力表（注液的管接头是特制的，它能将气门芯的单向阀顶开），然后缓慢注入氮气，直至压力为 1.50MPa 时为止，然后用肥皂水进行粗检，在每个接头处涂肥皂水，任何接头均不得有肥皂泡鼓起。粗检后，要进一步用制冷剂检漏仪进行细检。由于制冷剂的饱和压力在室温时比较低（0.55~0.65MPa），所以应先充部分制冷剂后再充氮，使压力达到 1.5~2.0Pa，这样便于检漏。

检漏规范要求如下：压缩机前油封处积累渗漏允许超过 0.4cm^3，其他任何部位都不得超过此值。另外压缩机油封和橡胶软管部分允许有轻微的泄漏，但其他部分不得有任何泄漏。检漏时，必须在空气流通的地方进行，因为挥发的制冷剂有毒。

3. 系统稳压试验

检漏合格后进行制冷系统的稳压试验。制冷系统充氮，使压力达到 1.4~1.5MPa，稳压 12h，表压下降不应大于 0.0053MPa。

4. 系统抽真空

制冷系统充制冷剂前，先抽真空。抽出制冷系统内的空气、水分，以提高整个制冷系统的纯净度。对系统的密封性要求是：制冷系统压力应稳定在 0.0960~0.0987MPa 范围之内，抽真空的时间不得少于 20min。

5. 充注制冷剂

对制冷系统充注制冷剂。上述检验合乎要求后，便应立即对制冷系统充注制冷剂。制冷系统充注量应按各车型规定充灌，如红旗 CA630 型高级轿车为 2.45~2.55g。当制冷充注量无法测量时，可以通过玻璃视液镜来观察。充注方法如下：抽真空后充制冷剂最可靠的是从高压端充入，并可按其规定数量一次灌入，灌入后便可开机运转。因为从高压端充入的制冷剂不会在开机后进入压缩机造成液击，比较安全。对于不能确定系统需要充入量的汽车空调，应先从高压端充入一部分，然后开机，再从低压端再充。在这种情况下，因开机后，高压端压力高于制冷剂容器内压力，制冷剂不能充入，甚至充进系统的制冷剂也会跑入容器中，故开机后要由低压端充。从低压端充入的制冷剂首先是进入压缩机（高压端充制冷剂首先进入系统），因此千万注意，这时容器阀门开度一定要小，否则定会造成液击，损坏阀板、阀片等部件。充制冷剂时，应充一会儿后关闭阀门停止充注，观察运行情况，通过压力

表、视液镜确定充入量是否合适，若不足再继续充注。

6. 制冷系统总成的更换方法

制冷系统拆检或更换总成时，拆下的接头应立即用工艺密封件堵塞密封。如其他部分无泄漏现象，可以只对更换部位用肥皂水检漏，制冷系统稳压时间可为6h。更换总成时应添加冷冻润滑油。拆检或更换总成后，制冷系统充注制冷剂前需抽真空45min（即使真空度早已达到要求，也应照此进行）。

7. 系统压力检测

一般情况下，高压端接3MPa的压力表，低压端接1MPa或1.5MPa的压力表。用手将压力表与测量管路（一般用细铜管或细胶管）接头旋接起来，先不用扳手旋紧接头。测量管路另一端接压缩机的高、低压接头，顶开气门芯后，旋紧接头。因为压力表一端的接头没有旋紧，制冷剂可由此冲出，这样管路中的空气就被排出，然后立即旋紧接头，以免制冷剂泄漏过多。

5 汽车空调系统零部件的调校程序和步骤

5.1 继电器的检测和调校

以马自达汽车为例：拆卸前侧继电器时，先拆下蓄电池接地线，而后拆下电气配线接线（接线插头），再从鼓风机装置上拆下继电器。如图16-8所示，接头①②一般为继电器控制线圈，③④一般为开关触点，大多数空调上都是这样标注。若接头标注不清楚，可用万用表测量。①②是常通的，并有直流电阻；③⑤亦是通的，但无电阻。对①②通入12V直流电，开关即可动作，这样①②③④⑤即可区分开。①②不通或接上12V直流电开关不动作，或③⑤不通，则继电器应修理或更换。

后侧继电器为4端子继电器，检测方法同前侧继电器，如图16-9所示。检查确认接头①和②之间是否接通，在接头①和②加上12V电压；检查接头③和④之间是否接通。如有失效、损坏，应进行更换。

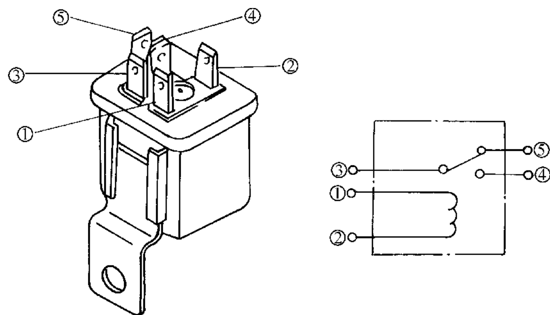


图16-8 马自达汽车空调前侧继电器

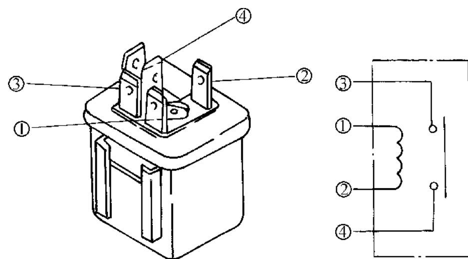


图16-9 马自达汽车空调后侧继电器

5.2 制冷系统过热保护装置的检测和调校

汽车空调制冷系统过热保护装置（过热开关）一般有两种安装位置，一种装在压缩机

缸盖上，其功能是使电磁离合器电源中断，以停止压缩机运转；另一种是装在蒸发器出口管路上（如日产汽车空调制冷系统的过热保护装置），其功能是当制冷系统出现制冷剂泄漏时，接通泄漏报警灯。这两种不同安装位置的过热保护装置，都是为了避免由于缺少冷冻润滑油和制冷剂造成压缩机的过热而损坏。以日产汽车空调制冷系统上用的过热保护装置为例，它由温度传感器、膜片、触头等元件组成。当制冷剂温度升高到一定值时，膜片上的介质蒸发压力使膜片上移，推动螺钉，带动动触头与定触头接触，这时过热保护装置接通，并且在过热保护装置后面还串接一个过热时间继电器。在持续过热一定时间后（而不是瞬时过热），泄漏报警灯才点亮，提请驾驶人注意。

过热保护装置的检查，应从如下几方面入手：

1）检查泄漏报警灯：打开点火开关至 ON 位置，发动机这时不起动，用喷洒制冷剂等方法使泄漏报警灯亮，然后再起动发动机，如果制冷剂无泄漏，泄漏报警灯应该不亮。

2）检查过热保护装置：先将温度传感器浸到放满冷水的容器中，然后改变水温。水温增加到 24.5 ~30.5℃，开关应处开启状态；水温降到 11.5℃，开关应处关闭状态。若不符合要求，则过热保护装置失效，应调整或更换。检查时务必注意，不要将过热保护装置浸到水中。

3）检查过热时间继电器：按图 16-10 在回路中接入一只试验灯泡，当过热保护装置处于关闭状态时灯应不亮，而处于开启状态时接通 60s 后灯应亮；否则过热时间继电器有故障，需调整或更换。

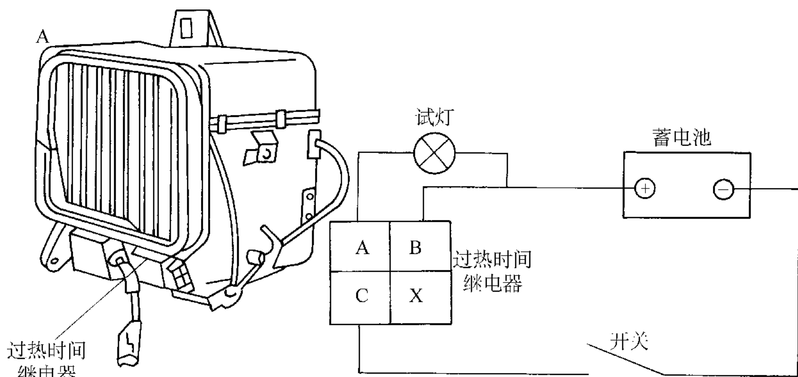


图 16-10　过热保护装置检查接线图

5.3　制冷系统膨胀阀的检测和调校

在拆卸膨胀阀前，应先在车上检查。检查时，把压力表与压缩机相联，并保持发动机在中、高速情况下运转，这时观察压力表低压表的读数，如低于 0.049MPa，表明膨胀阀有如下故障：出口处有水分冻结或脏物堵塞小滤网，或感温包漏气。此时还应检查膨胀阀和干燥过滤器有无其他故障，必要时予以更换。如低压表读数值高于 0.49MPa，表示膨胀阀本身故障或感温包固定不紧，此时则应固定好感温包或更换膨胀阀。

膨胀阀的调整是通过调整调节杆或调节螺钉，以对弹簧的弹簧力进行调整，达到调整过热度大小的目的，以适应制冷工况的需要。当调节使弹簧压力增加时，会使波纹膜片上移而减小阀门开度，蒸发压力就会逐渐下降；调节使弹簧压力减小（反向旋转调节杆），会使波

纹膜片下移而增大阀门开度，这样蒸发压力就会上升。

当然也可根据制冷剂沸腾时的压力调整膨胀阀。按此方法调整时，既可对膨胀阀单独进行调整，也可以将其连接在完整的制冷系统中进行调整。当在车上进行调整时，其顺序为：在膨胀阀出口端接压力表，压力1MPa时，起动发动机，使制冷系统工作；将感温包分别浸在盛着不同温度的水的容器里，如图16-11所示，当制冷系统运转稳定后，分别读出压力表的相应指示值，与此同时用温度计测量水温，将两个实测值与该车空调说明书上的膨胀阀调整曲线进行比较，如交叉点位于两曲线之间，说明膨胀阀工作正常，否则需重新调整或更换，图16-12为红旗CA630轿车空调膨胀阀调整曲线。实际调整时，可将冰与冰水同时放于保温瓶里，使之在测试的一段时间内能稳定在0℃，这时膨胀阀出口处的低压若为(0.165±0.015)MPa，方为正常，这个结果与曲线也相符合。

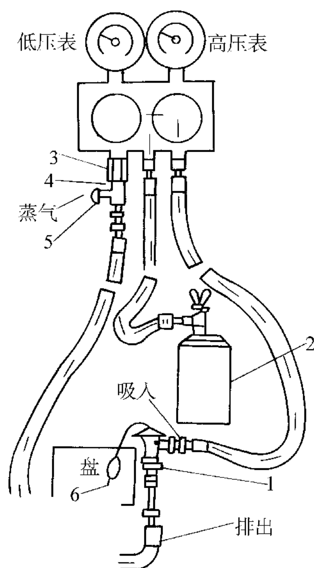


图16-11　膨胀阀的检查调整方法

1—膨胀阀　2—制冷剂罐　3—螺纹活接头

4—活三通接头　5—接头盖　6—感温包

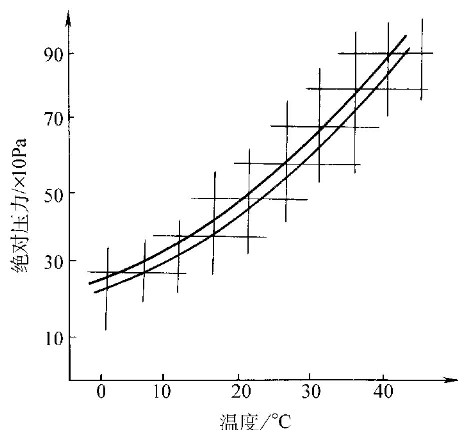


图16-12　红旗CA630轿车空调膨胀阀调整曲线

5.4　恒温开关的检测和调校

当需要对恒温开关进行调整时，必须先作外观检查，以确定该恒温开关是否有调整螺钉。因各种恒温开关触头的通、断之间的温度范围都是可调的，有些型号恒温开关有一个可拆卸的纤维盖板，盖板下都有一个调整螺钉。如果没有调整螺钉，应按下述方式调整。

各种型号的恒温开关，不管是否有调整螺钉，其弹簧张力和触头间距都是可变的。这样便可通过转动凸轮来增加或减少弹簧张力，以进行蒸发器温度的调整。转动凸轮有两种方法：一种是靠转动装有旋钮的凸轮轴；另一种是利用拉线机构。对于可调的恒温开关，其调整步骤如下：

1）把各压力表和制冷系统相联接，先调整空调控制器至最大制冷量位置，然后起动发动机，运行10～15min，将转速稳定在1500～1750r/min。

2）按规定（在制冷系统内制冷剂达到额定重量条件下）读高压侧压力表，这时读出的数值应和表 16-2 中所列的值接近。

表 16-2　蒸发器温度、压力关系

蒸发器压力/MPa	蒸发器温度/℃	高压表读数/MPa	环境温度/℃
0	-29.4	0.309	-6.6
0.0039	-28.8	0.377	-1.1
0.0157	-26.1	0.497	4.4
0.0309	-23.3	0.590	10.0
0.042	-20.5	0.720	15.5
0.063	-17.7	0.864	21.1
0.080	-15.0	0.960	23.9
0.1	-12.2	1.098	26.6
0.117	-9.4	1.269	32.2
0.144	-6.6	1.338	35.0
0.154	-5.5	1.509	37.7
0.164	-4.4	1.646	40.5
0.173	-3.3	1.784	43.3
0.184	-2.2	1.887	46.1
0.195	-1.1	1.989	48.8
0.254	4.4	2.092	51.6
0.319	10.0	2.230	54.5
0.395	15.5	—	—
0.480	21.1	—	—
0.576	26.6	—	—
0.683	32.2	—	—
0.802	37.7	—	—
0.933	43.3	—	—
1.077	48.8	—	—
1.228	54.4	—	—

注：所指条件相当于车速 48km/h 和发动机 1750r/min。

3）检查视液镜有无气泡，并读低压侧压力表，以观察恒温开关的运行状况。在制冷系统稳定运行 10～15min 后，此读数值 0.184～0.1MPa。应注意的是，蒸发器在高、低压读数间化霜时，恒温开关应将压缩机电磁离合器断开。如果恒温开关不能使电磁离合器再次吸合，应把温控器移向暖的位置，以检查恒温开关触点的断开距离是否适当，否则应予调整。

4）在触点闭合前的瞬间，应记下所达到的压力数值，触点从断开到再闭合压力数值应从 0.18MPa 升高到 0.22MPa。恒温开关的检查不能少于 3 次，以确定运行状况是否前后一致。需要指出的是，恒温开关一般是和蒸发器装在同一壳体内。

5）拆除至恒温开关通道上的零件，打开至调整螺钉的通道，逆时针方向转动调整螺钉，便是减少触点间距离，减小触点断开压力；顺时针旋转调整螺钉，增加触点距离，也就增加了触点的断开压力。注意在高湿度地区，则要求触点断开压力要高于平均湿度下的压力水平。例如，在湿润地区，触点断开压力不能低于 0.17～0.18MPa，否则蒸发器上就要结冰。在干燥地区，湿度很低，可以允许把恒温开关调整到约 0.01～0.11MPa 时触点断开，蒸发器也不会结冰。

6）检查恒温开关的运行状况，观察经过调整后的制冷循环是否正常，如果制冷循环不

稳定而且几次调整的显示值不一，则应更换恒温开关。

5.5 热敏电阻的调校

检查热敏电阻时，将它从空调上卸下，放入冷水中，如图 16-13 所示。在改变水的温度时，测量其接头的电阻。根据该车型空调说明书提供的热敏电阻与温度变化特性曲线，检查温度和电阻的交点是否落在曲线阴影范围内。如果没有，就要更换热敏电阻。

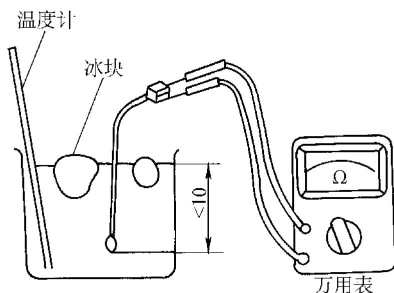


图 16-13 热敏电阻检查方法

5.6 制冷系统怠速稳定放大器的检测和调校

怠速稳定放大器主要用于丰田等车型上。压缩机的电磁离合器线圈能否工作，直接与放大器有关，放大器多数装在驾驶室仪表板装饰板下的蒸发器附近。检查时应起动发动机，开动空调制冷系统，先用发动机转速表测量发动机转速，然后检测电路的工作点是否符合规定。当压缩机与电磁离合器接通时，发动机转速应是1000r/min 左右；压缩机与电磁离合器断开时，发动机转速应是 700r/min 左右。如此时控制点过高，应朝顺时针方向拧动放大器的调整螺钉；反之，则逆时针方向拧动调整螺钉。若拧动调整螺钉时，发动机的控制转速不发生变化，则应更换怠速稳定放大器。

如发现汽车空调制冷系统不工作，此时可先拔掉放大器与压缩机电磁线圈之间的接头，并用万用表测试线圈电阻值是否正常，或断续接通车上电源看其是否工作（不能持续输入车上电源，否则若线圈短路就会烧坏放大器）。当确定电磁线圈没有故障后，才检查放大器有无电源输出，如有同规格放大器最好先换上试一试。检查放大器则应先检查放大器的输出继电器线圈和触头，然后再根据线路图检查各晶体管和各部件是否正常，如放大器无法修复则应更换。

5.7 系统真空转换阀的检测和调校

真空转换阀是一种由电磁控制的三通气阀。检查时应先拆去导线和真空管，用吹气方法检查图16-14 所示的管 A 与管 B 及管 A 与大气间的通气性能。在断路状态下，管 A 与管 B 处于通路状态，而管 A 与大气不通；当电磁机构接通电源后，管 A 与管 B 应不通，管 A 与大气则通。状态符合方属正常，如果不正常，应更换真空转换阀。另外，电磁机构的电流值不得大于 0. 25A。

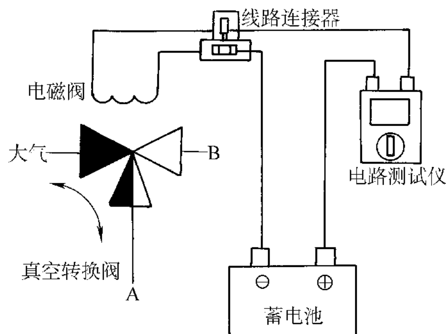


图 16-14 真空转换阀的检查

第 17 章 汽车空调维修举例

1 非电控汽车空调故障诊断维修举例

前面的章节对汽车空调的结构原理、维修方法等都作了全面系统的介绍，但故障的情况千变万化，有时会让人无从着手，看懂书故然重要，但应用就更重要。但从书本知识到实际应用，却因人而异要走不少曲折路程。为了方便读者，本章便是对维修知识的应用作了介绍，目的便是如读者当初学数学时的例题一样，关键是能举一反三，学会修理的思维方法。

1.1 如何确定汽车空调制冷系统制冷剂的泄漏部位

泄漏故障容易发生在汽车空调制冷系统中的原因如下：

1）空调制冷系统的运行环境是处在不断运动的汽车上，所以它一直在振动的状况中工作，这样便容易造成部件、管路的松动，致使制冷剂泄漏。

2）空调制冷系统各部件的连接绝大多数是螺纹连接，螺纹在振动中容易松动，致使制冷剂产生泄漏。

3）空调制冷系统中管路与部件的密封是靠管口的喇叭口，而喇叭口多为手工制作，质量不易达到要求，所以使用不久后密封便会受到破坏，致使制冷剂泄漏。

4）由于汽车空调的应用发展速度很快，所以操作人员、维修人员的技术水平跟不上要求，很多操作人员亦不会正确使用，维修人员不严格按有关规范加注制冷剂。所以对汽车空调制冷系统进行泄漏检测时，应对整个系统的各零部件，如压缩机、冷凝器、蒸发器、储液干燥器，各手动工作阀、制冷管道，以及拆检或维修过的制冷机件连接处等重点部位进行系统检测，并记下查到的泄漏部位，做好记号。经过全面检测后，再进行统一修理，不要查定一处就修理一处，以免造成检漏测试作业（排液、抽真空、充液、检漏）的多次重复。

1.2 怎样确定空调制冷系统中混入空气，应如何排除

空气进入空调制冷系统后，一般都留存在冷凝器或储液干燥器中，因为在这两个部件内部有液体制冷剂存在，形成液封，所以空气不会进入蒸发器。另外，当低压系统不密封漏入空气时，则空气也会随制冷剂蒸气一起被压缩机吸入而排至冷凝器或储液干燥器中。由于空气不会凝结，且空气又比制冷剂蒸气轻，所以空气都存在于冷凝器或储液干燥器上部。制冷系统中混有空气后的异常表现如下：

1）压缩机排气压力表指针出现摆动，但应注意压力表指针摆动，有时亦出现在排气量

不均匀时。所以，应该把两种情况区分开来。后者指针摆动较快，摆幅也小。而制冷系统有空气存在时，指针摆幅略大，摆动较慢。

2）空气混入制冷系统后，排气压力和排气温度均大于正常值，吸气压力亦高于正常值。

3）空气混入制冷系统后，因制冷量下降，使送出的冷风温度降不下来。

所以，通过计算可以确定制冷系统是否有空气。如果制冷系统有了空气，其冷凝压力偏高。可设含空气的冷凝器总压力为 P，冷凝压力为 P_K，则空气在冷凝器中的含量 g 为：

$$g = \frac{P - P_K}{P}\%$$

式中　P、P_K 均采用绝对压力。

例如，实测到含空气的冷凝器压力为 0.85MPa，又测得冷凝温度为 35℃，冷凝器中是否有空气呢？将冷凝器总压力 P 换成绝对压力，得：

$$P = 0.85 + 0.1 = 0.95\text{MPa}$$

查 R—12 饱和蒸气热力性质表得：当温度为 35℃时，$P_K = 0.86\text{MPa}$。

空气含量 $g = \frac{P - P_K}{P} \times 100\% = \frac{0.95 - 0.86}{0.95} \times 100\% = 9.4\%$

空气进入制冷系统后，因其分离比较难，所以对一些小型制冷系统（如轿车空调），因制冷剂充注量较少，大部分是采用全部放卸制冷剂后，重新抽真空，重新灌装制冷剂的方法。对于大型空调制冷系统，因其充注的制冷剂较多，全放掉很可惜，因而采取排放空气的办法，因空气的密度小于 R—12，所以，空气总是处于冷凝器或储液干燥器上部。但冷凝器或储液干燥器上方又不全是空气，而是 R—12 蒸气、冷冻润滑油蒸气、空气三者组合而成的混合气，排除空气应按如下方式进行（否则 R—12 亦会被排出制冷系统）：

1）首先关闭冷凝器或储液干燥器的出液阀，并使压缩机运转，以将制冷系统中的制冷剂混合气都积聚在冷凝器中，当低压值达到 0.005～0.006MPa 时，即可停止压缩机运行，但应继续对冷凝器吹风。

2）停机 1h 左右，使冷凝器中制冷剂蒸气冷凝，这样使系统空气与制冷剂逐渐分离。

3）然后慢慢松开压缩机高压阀的多用孔口，使制冷系统中的气体排出。用手接触排放的气体，若感到排出的气体比较热，说明排出的为空气。若排出的气体已使手感到凉时，应立即拧紧多用孔口螺栓，并封闭多用孔口。

4）最后开机运行，观察排气压力表指针是否还摆动，冷凝压力、排气压力是否已达正常值，如不合要求则还应继续重复上述过程排放空气。

上述方法在操作过程中，要求每次放出少量气体，反复多次进行，以避免将制冷剂排出。

1.3　怎样判断汽车空调制冷系统脏堵部位，应如何排除

一般汽车空调制冷系统的脏堵故障，经常发生在制冷系统内通道截面较小的位置，因脏物随制冷剂经小截面处时，流通不畅便会形成堵塞。这种堵塞故障有别于冰堵故障。冰堵通常发生在制冷系统特定的位置，所以容易判断。制冷系统产生脏堵故障后，首先表现为制冷能力下降，甚至不制冷，同时高压端及低压端的压力均低于正常值，另外，带有低压保护装

置的制冷系统还会使压缩机自动停机。制冷系统中还会出现局部地方温度下降，偶而还会出现结霜或结露现象。

易于脏堵的部件绝大部分处于制冷系统的高压侧，例如，过滤器位于冷凝器与储液干燥器之间，储液器直角阀在储液干燥器上，电磁阀位于储液干燥器与膨胀阀之间，毛细管的入口在高压侧。这些部件在正常工作时，其温度都应比环境温度高，用手触摸时有温热的感觉。所以当脏堵发生在某一处时，该处就会形成局部的节流现象，温度会迅速下降，用手触摸有冷感，由此即可判断该处发生堵塞。

膨胀阀的脏堵应按如下方式进行判断。膨胀阀在正常运行时，应有轻微的连续和均匀气流声。阀体以节流孔处为界限，向出口端一半处成 45°倾斜线结白霜，而进口端的小滤网处则不应结霜。若在进口小滤网部位发生结霜现象，又听到气流声断断续续，当用小扳手轻敲膨胀阀阀体，气流声发生变化，与此同时膨胀阀以节流孔为界限处所结的白霜层亦逐渐融化，则可判断膨胀阀进口处滤网堵塞。

故障部位确定后即可按如下方式予以排除：

1）放出制冷系统中的制冷剂，而对带储液干燥器的较大型制冷系统，则可将制冷剂抽到储液干燥器中。

2）拆下制冷系统中脏堵的部件进行清洗或更换。

3）脏堵严重时，应将制冷系统全部拆卸，并进行分段清洗，清洗液可用工业汽油或四氯化碳。对于冷凝器或蒸发器，可按图 17-1 所示方法清洗，洗后用氯气将残留的清洗剂吹干，有条件时最好烘干。清洗完全部部件后，经组装后即可重新对制冷系统充制冷剂后试运行。

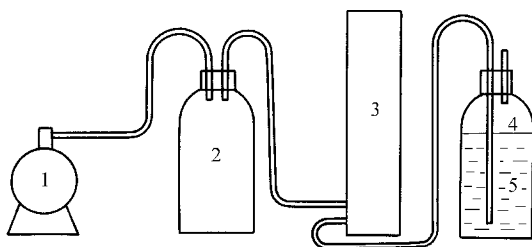


图 17-1　清洗蒸发器冷凝器示意图

1—真空泵　2、4—广口瓶　3—蒸发器或冷凝器　5—清洗液

1.4　怎样知道汽车空调制冷系统发生了冰堵，应如何排除

冰堵一般是指空调制冷系统工作时，在膨胀阀处发生水分结冰而形成的堵塞现象。冰堵故障原因是因制冷系统中混入水分，而水分结冰造成冰堵，所以，冰堵只能发生在制冷系统中的特定位置——节流部位，即膨胀阀节流孔处。因为制冷剂与水一般是互不相溶的，当液态制冷剂流经膨胀阀的节流小孔时，温度突然下降，这些混合在液态制冷剂中的水分就容易在节流小孔或阀针孔周围附近结成很多小颗粒的冰粒（呈球状或半球状）。当冰粒凝结到一定程度时，便阻塞了节流通道，形成了冰堵故障。

当液态制冷剂中水分较少时，会产生轻微冰堵故障。而在水分较多时，会将膨胀阀节流孔全部堵死，造成空调制冷系统低压压力极低（有时会达到 0.006～0.007MPa 的真空度），出现制冷系统制冷量严重下降，甚至不制冷。对于装有低压保护装置，压缩机由电磁离合器控制运转的小客车空调制冷系统，在压力开关的作用下，此时会出现间歇性离、合的现象。出现这种现象的原因是因为冰堵是在制冷系统工作正常运行时发生的，此时膨胀阀节流，液体制冷剂吸热蒸发，使水分产生结冰。而当结冰产生冰堵后，制冷系统不能正常工作，制冷效果明显下降，甚至不制冷，于是在冰堵处温度回升，冰堵的冰粒又会融化成水，使冰堵现

象消失，制冷系统又恢复正常工作。在工作正常后制冷剂中的水分又结冰，产生冰堵，制冷系统又不能工作，这样压缩机电磁离合器在压力开关的作用下，便会产生间歇性的离、合动作，使制冷系统无法工作。

膨胀阀的冰堵与脏堵在现象上很相似，对它们的区分可用下面方法：用小棉球蘸上乙醇，点燃后烤膨胀阀阀体，若烤后堵塞现象消失即为冰堵，若烤后堵塞现象仍存在即为脏堵。

制冷系统产生冰堵不仅破坏了空调制冷系统的正常工作，而且制冷剂与水分作用后还会产生盐酸和氢氟酸，对制冷系统的部件起腐蚀作用，使部件早期损坏。因此，制冷系统中有水分是极为有害的。制冷系统进入水分均是操作不当造成的，拆卸部件后不封口、抽真空不彻底、所加的制冷剂和冷冻润滑油中混有水分，这些都是造成水分进入制冷系统的条件，所以制冷系统中都要配置储液干燥过滤器这一部件。

排除空调制冷系统中水分的方法如下：

1）放出制冷剂。

2）更换储液干燥过滤器，可拆卸的过滤器则只需更换干燥剂——分子筛或硅胶。

3）烘干或用热风直接吹干制冷剂系统内部。

4）加冷冻润滑油前，应在火上加热到130℃，使油中水分蒸发，进行沉淀后加入压缩机油底壳。

5）加新的制冷剂时，在制冷剂钢瓶与加液表阀之间应串上一支大的储液干燥过滤器，以滤除制冷剂中的水分。

1.5 如何用压力表检查汽车空调制冷系统故障

用压力表检查汽车空调制冷系统故障时，将压力表接到压缩机的高压阀上，在压缩机停止和运转两种状态下，根据压力表的读数变化，可以分析出空调制冷系统的故障原因。

1）压缩机处于静止状态时，即停机时间在10h以上时，压缩机的高、低压应为同一数值（这个数值叫平衡压力）。平衡压力的大小与环境温度有关，如图17-2所示。

① 平衡压力过高，一般是由于制冷剂量过多造成的，此时，只需放出一部分制冷剂，使平衡压力达到标准值即可。

② 平衡压力过低，一般是由于制冷剂量不足引起的，此时，只需充注一部分制冷剂，使平衡压力达到标准值即可。

③ 如果没有平衡压力，即高、低压表所显示的数值不相等，这说明系统内部有堵塞，这时要分别检查膨胀阀、储液器及管路部分。

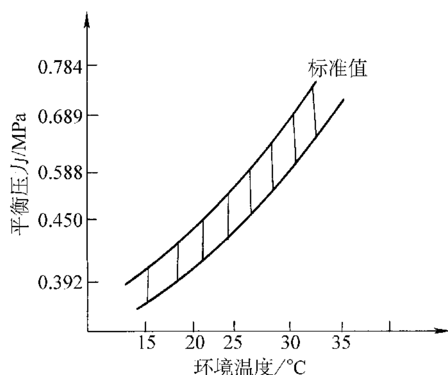


图17-2 压缩机静止时的平衡压力

2）当压缩机处于运转状态时，将发动机转速控制在1500～2000r/min，起动空调使压缩机运转，但接入空调的时间不能超过0.5min（接入空调时间过久会损坏压力表，严重的还会造成事故），看压力表读数。

① 正常情况下，低压为0.147～0.196MPa，高压为1.421～1.47MPa。如果表压在此标

准值 ±0.049kPa 内变化，且制冷性能良好，可以认为表压力正常。

② 当表压数值与此标准值不相符时，其故障原因与处理方法请参阅第 16 章“2.1”节。

1.6　当空调制冷系统正常工作时，冷凝器出入管温度不正常，应如何处理

一般汽车空调制冷系统正常工作时，冷凝器入口管的温度应为 70℃，出口管温度为 50℃左右，若不是，说明系统可能存在泄漏，其故障原因和处理方法可如表 17-1 所示进行处理。

表 17-1　汽车空调制冷系统泄漏检测重点部件和部位

部　　件	重点测漏部位	部　　件	重点测漏部位
压缩机	1. 压缩机轴封 2. 前后盖密封垫 3. 工作阀 4. 安全阀 5. 与制冷回路连接的柔性软管连接处	储液干燥器	1. 可熔塞 2. 高压或泄漏检查阀 3. 管道连接喇叭口
		各个手动工作阀	1. 螺母连接部位，如有泄漏，按规定力矩重新拧紧 2. 分解装配部位，检查喇叭口密封座
冷凝器	1. 冷凝器管装配部位 2. 冷凝器进气管与排气管连接处 3. 冷凝器散热片，特别是碰划、碰穿处	制冷剂管道	1. 高压管喇叭口接头与低压侧柔性软管 2. 柔性软管与管头附近部件的摩擦部位
蒸发器	1. 进气管与出气管的连接部位 2. 蒸发器盘管，特别是碰撞、碰穿处 3. 膨胀阀	制冷机件	连接部位

1.7　当汽车空调制冷系统正常工作时，蒸发器表面温度不正常时，应如何处理

一般汽车空调正常工作时，蒸发器表面温度在不结霜的前提下越低越好。蒸发器表面温度不正常的原因与处理方法，如表 17-2 所示。

表 17-2　蒸发器表面温度不正常的原因与处理方法

蒸发器表面温度	故 障 原 因	处 理 方 法
高于等于 15℃	缺制冷剂 通风不良 膨胀阀故障 蒸发器表面不清洁	补充制冷剂 改善通风环境 调整或更换膨胀阀 清洗蒸发器表面
低于 0℃	温度控制器失灵 风扇不灵	调整或更换温度控制器 修理或更换风扇

1.8　如何确定制冷压缩机轴封的故障，应如何修复

汽车空调制冷压缩机运行时轴封承受制冷剂的压力，这个压力在空调工况下都是大于大

气压的正压。制冷剂渗透性很强，若轴封略有损坏，都会使制冷系统内的制冷剂向外泄漏，因此，轴封的故障表现在制冷剂的泄漏上。

摩擦环式轴封是小型压缩机使用最普遍的一种轴封。它具有三个密封面，随曲轴转动的叫动摩擦环，轴封盖法兰内端面摩擦环叫静摩擦环，运行时二者的接触面作相对运动，故称动密封面。动摩擦环和橡胶圈接触的配合面叫静密封面，二者无相对运动。紧套在曲轴颈上的橡胶圈的外圆上有一个钢箍紧圈，曲轴与橡胶圈二者有相对移动构成动密封面。这三个密封面中最重要的是二个动密封面。现以上述轴封为例，介绍轴封的检修步骤：

1）当橡胶圈套在轴上过紧，曲轴在作轴向移动时，由于它不运动，便会造成其他两个密封面泄漏，反之则将失去密封作用。相应解决办法是橡胶圈过紧，可换上直径稍大的钢圈。假如由于磨损而太松，可以在橡胶圈或钢圈间加一圈纸垫，以压缩橡胶圈。另一方面还要注意，橡胶圈由于时间过长会老化，使弹性丧失，这样也会产生泄漏。橡胶圈是否老化可以找一个新橡胶圈进行对比，即可区分。

2）静摩擦环的损坏主要是磨损，解决办法是可用机械或手工研磨进行修复。动摩擦环主要是产生刮痕和裂纹，解决办法是产生裂纹就要更换，刮痕则可作研磨处理。应注意的是静摩擦环因是铸铁件，故可参照磨阀板的方法进行研磨。动摩擦环材质为石墨，故研磨时要注意轻磨、多检查。

3）轴封弹簧弹力不够也能造成泄漏，故发现弹簧弹力不足时，解决办法是可在弹簧端头加一适当的垫片，但应注意，垫片不能太厚，否则易造成弹簧过紧，引起轴端发热，严重时还会烧坏橡胶圈或加速摩擦环的磨损。若弹簧本身就太紧（即太长），可在砂轮机上磨掉一部分。

1.9 如何确定制冷压缩机阀板组产生的故障，应如何修复

汽车空调压缩机因要求小型化，所以结构紧凑，多采用簧片阀。这种阀片大多用弹簧薄钢片制成，厚度仅2mm，而且形状不尽相同，有三角形的，也有圆形的。簧片阀的特点是结构简单，自重轻，惯性小，起、闭迅速，噪声低，寿命长等，因此，对阀片的材料及加工工艺要求比较严格。

由于阀板组处在高转速、高温度的恶劣条件下工作，所以使用过程中，其最常见的故障是阀片、阀座处积炭，严重时会将阀片粘死；阀片高速上下跳动，易产生疲劳断裂，并损坏阀座或阀座上的阀线；阀板组与气缸盖之间的高、低压隔腔垫片被击坏等。产生上述的故障后，压缩机不能正常工作，表现为低压高，温度高，高压不太高等现象。

修理时，首先放出制冷系统中的制冷剂，松开压缩机上的高、低压软管（注意松开的接头部分一定要用管塞堵死，以防脏物进入制冷系统）。放松V带调整轮，取下V带，从主发动机上卸下压缩机。将压缩机放置在工作台上，卸掉缸盖，取下阀板组，仔细分解阀板组。

1）清除阀片、阀板、限位器等零件上的积炭，并作必要的研磨。清洗后查看阀片是否断裂，若断裂即应更换。

2）阀板或阀线（指阀板上与阀片相吻合，起密封作用的整齐灰色环带）损坏，可磨削后修复。严重者可堆焊后磨平（堆焊时应注意不要让零件变形），然后在铸铁平板上涂上400号金钢砂，加上冷冻润滑油后，将要研磨的阀线面朝平板方向进行手工研磨或机器精

磨，直到阀线面呈现均匀整齐的灰色环带为止。最后用汽油洗净后再涂上冷冻润滑油进一步研磨，使其达到很高的光洁度合乎要求为止。对于阀片的修复亦按上述步骤进行。

3）阀板组各零件均应在汽油中清洗，吹干装配好后，再用细铁丝在均布的吸、排气阀孔处捣动几下，检查阀片的启、闭功能，然后在阀孔中倒入煤油进行试漏检查，维持 3 ~ 5min 无泄漏方为合格。若否，则需重新研磨阀片或阀线（因吸、排气阀片与阀线的严密性不好，不仅影响排气量，而且会直接影响压缩机的使用寿命）。

4）阀板组往压缩机体上安装前，还要注意阀板组与气缸体之间的密封垫的质量。在垫安装前要检查是否有破损，安装方向有没有错误。有的机组规定装垫时要在垫的两面涂气缸胶，亦应按规定进行。阀板组放在机体上后，在盖气缸盖时，还要注意阀板组上面的密封垫（因该垫既起密封作用，也起隔离高、低压腔的作用，将压缩机的吸气和排气腔隔开），该垫片若被击坏，如图 17-3 所示，就会使高、低压腔相互窜气，压缩机不但不能吸气，而且会使高压的过热蒸气倒流进低压侧，破坏整个制冷系统，使其不能正常工作。垫片击穿应立即更换。垫片装好后，装气缸盖时，螺钉的紧固应按规定的拧紧顺序及力矩大小进行。

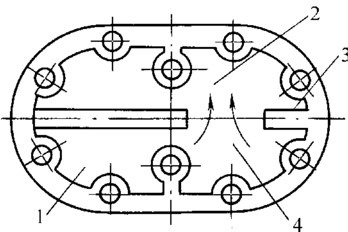


图 17-3　垫片中筋击穿
1—高压腔　2—低压腔
3—中筋　4—气流

1.10　如何确定电磁离合器常见故障，应如何修复

小型汽车及货车驾驶室内的空调都属直连式，其制冷压缩机均靠汽车主发动机通过带轮驱动。所以压缩机的前端均装有电磁离合器，以自动控制压缩机的停止和转动。电磁离合器经常出现的故障有离合器打滑、离合器不能吸合等。其检测顺序如下：

1）离合器打滑：离合器打滑的主要原因有以下几条。

① 前板和带轮的配合间隙过大，造成电磁离合器通电后结合不紧而打滑，一般用塞尺检测其间隙尺寸，即可判断。其间隙要求可参照表 17-3，如不合乎间隙尺寸要求的，可用垫片调整。间隙大则将垫片的厚度减小，间隙太小则增加垫片的厚度。

表 17-3　压缩机电磁离合器前板与带轮间隙

压缩机型号	电磁离合器间隙/mm	适 用 车 型
日产轴向五缸压缩机	0.406 ~ 0.787	北京切诺基、标致
轴向六缸压缩机	0.53 ~ 0.9	福特的 FS-6，克莱斯勒 C-171
A-6 轴向六缸压缩机	0.56 ~ 1.44	同上
通用汽车公司径向四缸压缩机	0.50 ~ 1.00	同上
RV 双缸压缩机	不可调	日本三菱货车
国产旋转斜盘压缩机	0.25 ~ 0.40	国内各种改装车上使用

② 电流值不当。断开电磁线圈上的电源导线，并和电流表的一根引线连接，电流表的另一引线接至电源导线的接线柱，如图 17-4 所示。如离合器电磁线圈有两个接线柱，另一接线柱一定要接地。电流表的读数为 2.5 ~ 4A 属正常范围，若否，则应考虑是线圈不合格或接地不良，这就需要更换线圈或将接地接牢。

③ 压缩机卡住。断开电磁离合器线圈电源，用手转动离合器前板，如稍有阻力，属正

常现象。如果很吃力，就需检查压缩机看是否有卡住情况。

2）电磁离合器不能吸合：电磁离合器通电后压缩机不能运转，可按图 17-4 的连接方式，将通到空调控制开关的一端不接控制开关，而与蓄电池正极相连，若此电磁线圈不能吸合，则主要原因如下：

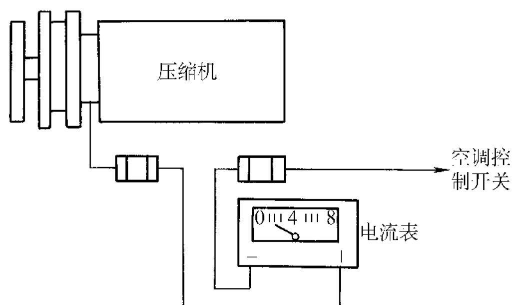


图 17-4　检查离合器线圈电流

① 电磁线圈断路，需更换或重新绕制线圈。

② 接地端未接上或未接牢，造成电路断路，此时便需要接牢接地。

3）若电磁离合器通电后压缩机不转，但单独检查电磁离合器又属正常，此时便需要考虑是空调制冷系统中的其他原因所致。

① 温控开关或压力开关断开，此时，制冷系统因车厢内温度已达到设定的温度，所以压缩机停止运行，这种现象应属于正常现象。

② 低压保护开关断开，因过低的环境温度或系统缺少制冷剂，此时亦会使开关断开，起到保护作用，这时应从制冷系统上检查。

③ 热继电器保护，使压缩机停转。出现这种现象可以从制冷系统上检查，看是否是热负荷太大，或是否是系统中混入空气，及是否是系统中制冷剂过量。若是则应予以排除。

一般高级轿车空调保护装置很多，所以需耐心逐个检查，以便找出真正问题所在。

1.11　如何确定膨胀阀的常见故障，应如何排除

膨胀阀使用中最常见的故障是堵塞不通、似通非通或阀门关闭等，以上情况均使制冷装置不能正常工作，制冷效果下降或不能制冷。故障表现为蒸发压力下降，压缩机负荷减轻及高压排气温度降低等。

上述故障的出现原因及排除方法：

1）膨胀阀阀门关闭不通：由于膨胀阀的隔膜片破裂，导致感温系统内的充注物泄漏，或是由于毛细管或感温包等处的焊缝泄漏，以及感温系统中的毛细管因过度扭曲发生断裂所致，其结果都使感温系统内的压力和大气压力相同。由于上述故障均能使隔膜片上的压力降低或消失，结果使针阀在下方的弹簧压力作用下使针阀累压在节流孔（阀孔）上，最后，造成膨胀阀关闭。此类故障有如下表现：压缩机吸气压力急剧下降，正常工作的膨胀阀阀体上所结的霜层很快融化，并且没有正常运转时出现的气流声音，即使用沸水冲淋或以酒精灯加热阀体数分钟也无反应，但当拆下膨胀阀进行检查时，便发现膨胀阀呈不通状态，且用手指即可按动隔膜片（注意：未泄漏时用手指按不动），从而可以确定是感温系统故障。维修时将已泄漏处故障排除，如有必要还应更换隔膜片或换上新的零部件，然后重新向感温包内充注规定数量的制冷剂。

2）膨胀阀进口端的小过滤器堵塞：膨胀阀在正常工作时，若靠近节流孔和膨胀阀的出口端部出现结霜属正常（注意：常呈一斜线状霜层），但阀的进口端和小过滤器部位不结霜。当阀的进口端过小，过滤器被制冷系统管道及部件内氧化皮等杂质堵塞时，整个阀体便会出现结霜现象。而当堵塞严重时，膨胀阀出口端和小过滤器部位的霜层就会全部融化，与

前述情况类似。这时压缩机的吸气压力会较低或降低很多，此时用加热阀体的方法也不能使其恢复正常工作。在这种情况下，便应将膨胀阀的小过滤器拆下，用无水乙醇进行清洗，干燥后再重新装上。

3）膨胀阀冰堵或油堵：膨胀阀发生冰堵或油堵时，同样表现为压缩机吸气压力下降很多，同时在阀体上结的霜层减少或融化。在使用沸水冲淋或酒精灯加热阀体数分钟后，可见到阀体上出现短暂结霜现象，并可听到阀内有时断时续的气流声，且吸气压力可有回升。但不久这些声音又逐渐减小，吸气压力又逐渐下降，当出现这种现象后即可判断为属冰堵或油堵现象。

① 冰堵或油堵的检查方法。先将膨胀阀拆下，然后拧下阀座，若在节流孔四周有粘性的油堵状物即为油堵，如在节流孔周围有小颗粒冰粒及水珠即可确认为冰堵。

② 排除冰堵方法。在制冷系统中装一储液干燥过滤器，经过压缩机运转，通过储液干燥过滤器将制冷剂中的水分吸收，直到无冰堵现象为止。干燥剂一般用颗粒状变色硅胶为佳。

③ 油堵排除。造成油堵的原因主要是冷冻润滑油的牌号不对，凝固点太高，冷冻润滑油中的含蜡量太多，系统中分油器效果不良，压缩机上油较多等原因造成。因此，应当选用规定品种和数量的冷冻润滑油，并排除分油器或压缩机的故障，这样方可杜绝油堵的产生。油堵消除后应将膨胀阀拆开，清洗掉阀体及管道中用过的冷冻润滑油后，然后再加入适合需要的油种方可重新使用。

1.12　怎样检修膨胀阀感温机构故障

膨胀阀感温装置损坏的主要原因是感温包中制冷剂泄漏，这会使得空调制冷系统低压端压力极低，且无冷风。当拆下膨胀阀的感温机构时，用拇指推压感应膜片，可感到膜片松弛，且缺乏弹力，这就说明感温包中的制冷剂已漏光。这时即使将膨胀阀杆向下开至最大，膨胀阀仍处于关死状态。这是由于感应系统中无制冷剂而失去平衡。

修理方法是重新向感温包灌注制冷剂。

一般要求膨胀阀感温包充注的工质要和制冷系统内的制冷剂相同。在充注前，应首先进行感温机构的气密试验。试验时可充入一定量的制冷剂或其他气体，将感温机构全部放在水中，要长时间不起气泡方可说明机构密封良好。感温机构充注制冷剂后，可能因充液管焊接不佳会造成漏气。为了避免这种情况发生，一般应按照下列步骤充注制冷剂：使用带有三通阀的低压表组，将其低压接头接在膨胀阀感温机构的感温包上，低压旁通螺口接装有制冷剂的容器上，表的中间接头接入真空泵，真空泵排气口接管插入装有水的杯中，如图 17-5 所示。开动真空泵，打开压力表组的低压阀手轮，开始对膨胀阀感温机构进行抽真空，3 ~ 5min 后，装水的杯中若无气泡冒出，即表示已抽好，这时关闭低压阀，停止真空泵的运行。打开装制冷剂的容器阀门。按规定重量充注制冷剂。其方法有：在精密天秤上称出注入制冷剂以前膨胀阀的重量，充入制冷剂后再在天秤上称重量，二者的差值即为充入的制冷剂量，一般充入量为 10g；也可在装置中设置钢化玻璃管，容量为 10cm^3，通过钢化玻璃管定量充入制冷剂。假如没有天秤和钢化玻璃管，也可用容积充注法，即首先向感温机构内充注制冷剂，然后将充注制冷剂的纯铜管在距感温包 80 ~ 100cm 处，用锤子砸扁并剪断。第一次不要砸得太严密，待剪断后让制冷剂放出约 20% 左右，再砸严密，夹扁，并浸入水中检查，

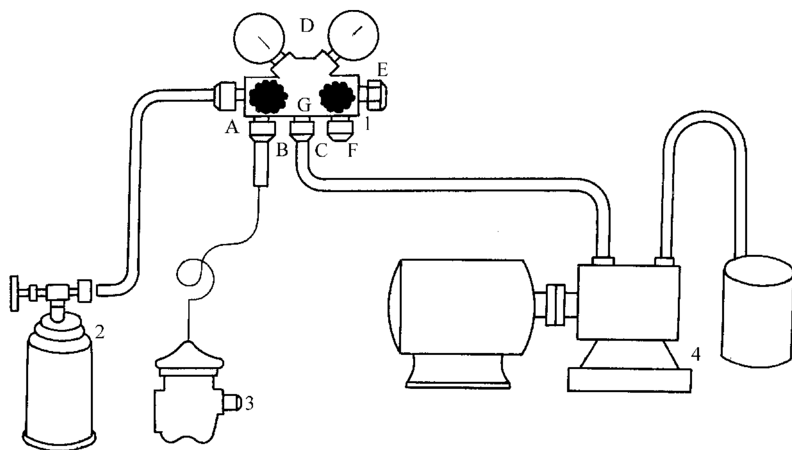


图 17-5 膨胀阀抽真空、充制冷剂

1—压力表组 2—制冷剂瓶 3—膨胀阀 4—真空泵 A—旁通螺口 B—低压接头

C—中间接头 D—低压表 E—高压表 F—堵头 G—手轮

直到不起泡为止。然后用拇指推压波纹膜片，实验其弹力大小。按常规还应对膨胀阀进行检验，以确定充注的制冷剂量是否适中。

1.13 如何确定汽车空调制冷系统冷凝器、输入干燥器、蒸发器出现的故障

1）冷凝器的检修：冷凝器首先应进行外部检查，察看散热片是否有损坏，或被脏物堵塞接头，以及管道有无损伤、漏气等故障。若冷凝器散热片堵塞，则应用水清洗，清洗后再用压缩空气将其吹干。若系散热片弯曲，应用尖嘴钳或其他工具将其校正。若发现是冷凝器漏气，则应进行焊补或更换。

当需要拆卸冷凝器时，与排除制冷剂方法类似，缓慢地将制冷剂从冷凝器中排出，且拆开连接管后应及时封住管口，以防止潮气进入。冷凝器修理安装后，制冷系统应重新抽真空，充注制冷剂，并对接头进行检漏。

2）输入干燥器的检修：检修该部件需使用检漏仪方能检查出其接头是否泄漏，然后检查玻璃观察窗是否清洁，可熔栓（塞）是否完好等。如需要拆卸干燥器时，应缓慢排出制冷剂。对于大型车，可将制冷剂抽入储液干燥器后进行。拆卸输入和输出管后，应及时封住管口。拆洗或更换输入干燥器，并同时补加 $20cm^3$ 冷冻润滑油。

3）蒸发器的检修：蒸发器一般安装在车内较隐蔽的地方，检查时应予先拆除外部装饰件，然后拆下蓄电池接地线。在需要拆下蒸发器时，应在缓慢排出制冷剂的同时，封住拆卸的管口。在蒸发器上一般安装有压力开关和膨胀阀，拆卸时应注意保护。蒸发器的外观检查和冷凝器类似。即应检查散热片有无堵塞、裂纹、刮伤等，如堵塞应进行清洁，接口螺纹损伤应修理或更换。

应注意的是：蒸发器上的泄漏不容易发现。如确定蒸发器确有泄漏，可封闭蒸发器输入口，直接在输出口接上真空泵进行抽真空试验。如拆下蒸发器检修，微漏见不到油痕时，应

用检漏灯检测。对蒸发器泄漏的部位应进行焊补。若更换蒸发器总成，则应向压缩机补注 40～50cm³ 冷冻润滑油。

1.14　如何确定制冷系统中的电磁阀故障，如何修复

电磁阀是一种通过其通、断，使阀芯直接去开启和关闭阀孔的一种电磁式阀门。

电磁阀经常出现的故障有：线圈烧坏、电源接线脱落、安装不垂直而卡死，或油泥卡死阀芯、阀杆断掉或脱落、平衡孔被脏物堵死或孔径太小、闷头的活塞和缸套的间隙过大等。电磁阀故障排除方法见表 17-4 所示。

表 17-4　电磁阀常见故障及排除

常见故障	原　　因	排除方法
关闭动作时间超过 3s	阀塞侧面小孔堵塞	清除小孔内的脏物，在阀前装置过滤器
接通电源阀门不开启	线圈烧坏，或接头脱落	检修或更换线圈，新绕线圈需浸绝缘漆烘干处理，并在线圈与外壳间浸灌一层石英粉和沥青复合的胶（重量比 3∶7）
阀塞与阀座间隙不密封，有渗漏现象	1. 阀塞侧面小孔堵塞，难于传递介质压力 2. 阀塞上的密封环磨损或变形 3. 阀前后压差打不开阀	1. 清除小孔污物 2. 更换密封环 3. 检查弹簧弹力或弹簧是否卡死
阀体的各静动密封点不密封	1. 密封垫放置不正，紧固不牢靠 2. 密封垫磨损腐烂	1. 重新放正，并紧固 2. 更换密封垫
通电后阀塞不起动	卸压孔内有脏物	清洗、排除孔内脏物

1.15　如何检查汽车空调的单风口电路故障

当汽车空调制冷系统不制冷时，除了对制冷系统管道进行检查外，还应检查电气控制系统。首先察看电磁离合器是否工作，如不工作，可用车上电源直接输入电磁离合线圈，如仍不工作，可更换离合器或重绕离合器线圈，图 17-6 为汽车空调最简单的控制电路，从电路上看，打开开关后，电流经熔丝通往蒸发器风扇电动机的专用熔丝到电动机变速开关，通过开关电阻变化来保证电动机在各种转速下运转，并分接到冷气强弱的控制开关，最后通往电磁离合器。

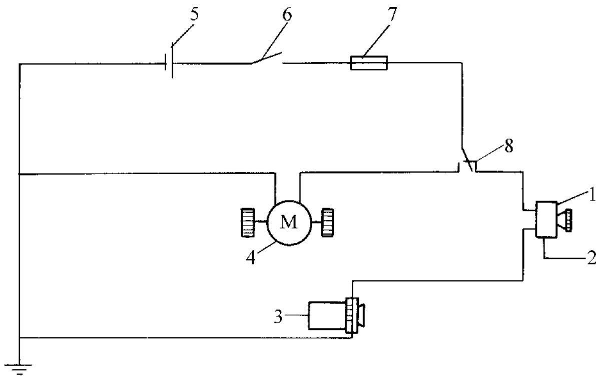


图 17-6　汽车空调简单控制电路
1—温度控制器　2—感温包　3—压缩机电磁离合器
4—风扇电动机　5—蓄电池　6—电源开关
7—熔丝　8—风扇电动机开关

检查控制电路时，应先拆下专用熔丝，察看熔丝是否熔断。如果正常，就开电动机开关，若电动机不转，则检查电动机接线有无脱落，插头接触是否良好，并用万用表测试“电路是

否通路”。然后拨动调冷量开关，如电磁离合器的插线没有电，说明电磁线圈故障。如以上都正常，电动机仍不转动，就要拆开电动机检修。

例如，日产 C280 汽车采用一种单风口空调，其控制电路稍复杂一些，蒸发器鼓风电动机电源通过熔丝接到开关控制继电器。继电器工作时，电源经触头至鼓风机电动机，再到变阻器，构成一个回路，如图 17-7 所示。打开开关，若鼓风机不转动，先检查熔丝有无熔断，若未熔断，再检查继电器是否失效，若未失效可检查电动机，直至最后检查可变电阻和接线。在电磁离合器的控制开关电路串有高、低压开关，任何一个开关不通，电磁离合器都将不起作用。

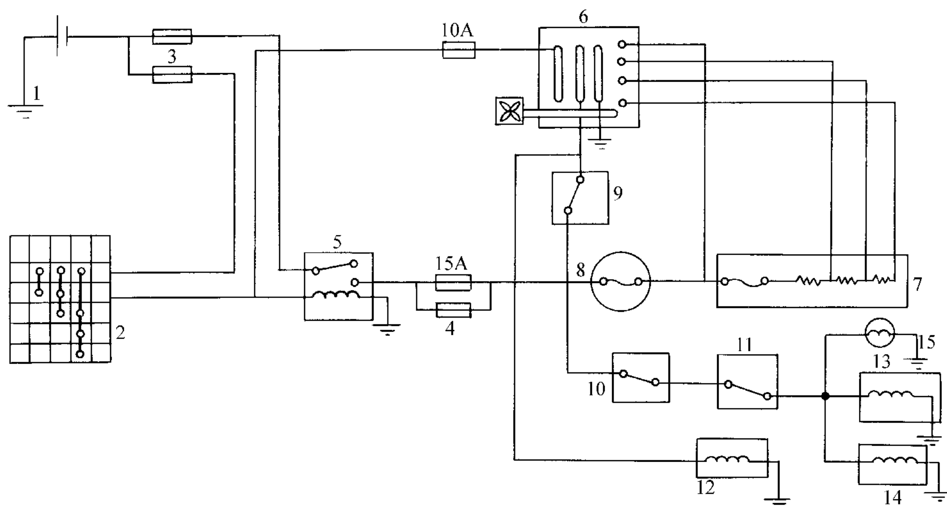


图 17-7 日产 C280 汽车单风口空调电路

1—蓄电池 2—点火开关 3、4—熔断器 5—空调主继电器 6—风扇变速开关
7—风扇电动机可变电阻 8—风扇电动机 9—空调开关 10—温控开关 11—压力开关
12、13—电磁阀 14—压缩机电磁离合器 15—空调指示灯

1.16 怎样在压缩机进行大修或新装后，接入空调制冷系统时，进行制冷系统性能的检查

汽车空调制冷系统的压缩机是关键部件，它的工作好坏对于整个制冷系统影响很大，因此，新空调安装或大修后的压缩机接入制冷系统后，都需要进行整个制冷系统的试验，以判别其性能，并及时对出现故障的零部件进行修复。具体方法如下：

1. 准备工作

1）将压力表表座接入制冷系统，关闭表座上高、低压阀。

2）开小压缩机的高、低压阀口（维修用阀口）。

3）使汽车发动机按 1500～1700r/min 运行。

4）在车前方放一台电风扇，以形成迎面风。

5）开动空调，调整有关开关、手柄至最冷位置。

6）插一只温度计于空调风道内，温度计与蒸发器盘管越近越好，鼓风机调至中、低速档。

2. 直观检查

1）低压表示值范围为 138 ~ 207kPa。

2）高压表示值范围为 1103 ~ 1517kPa。

3）蒸发器出口温度应在 4.4 ~ 10℃。压缩机的排气压力与蒸发器出口的温度，在不同环境温度下正常值有所不同，检查时可参考规范表的数值。

3. 检查高、低压侧温度

1）触摸制冷系统高压侧的软管和零部件，判断各零部件是否温度均匀。如制冷系统功能故障，高压侧零部件过热，触摸时会烫手。

2）注意储液干燥器进出口温度，如温差太大，表明储液干燥器堵塞或已损坏。

3）触摸高压侧的全部管路和零部件时，应有温暖的感觉。

4）触摸低压侧的全部管路和零部件时，应有冰冻的感觉。

5）检查膨胀阀的状况，如其进口处结霜或冰凉，则膨胀阀有故障。

4. 测试温控开关和蒸发器压力控制装置

1）观察、测试各控制、监视部件，看其工作参数是否超出规定值。

2）检查温控开关的温度达到设定温度值时，电磁离合器是否断开。

1.17　如何根据驾驶人的报修陈述进行故障分析

我们在诊断汽车空调故障时，为了弄清故障之所在，需要仔细倾听驾驶人意见。驾驶人一般不善于用汽车空调的专用名词、术语来陈述故障现象，因此我们容易错误理解他们的陈述，但是当我们能作正确理解而进行判断时，驾驶人的陈述便很有参考价值，这可以使我们避免去拆开一些没有故障的零件，减少许多麻烦。

和驾驶人对话时，不应有任何先入为主的意见。应提问与排除空调故障有关问题。例如：

驾驶人：有时，我的空调器不能工作。

修理工：什么时候会出现这种情况？

驾驶人：车在街上开着开着，突然空调就不工作了。

修理工：你说的停止工作是指的从风口出来的空气变得暖和了？还是说空气干脆停止从风口出来？

驾驶人：停止出气。

修理工：空调器停止工作后，能否自动恢复工作？

驾驶人：不会，但是在我关掉空调后，等一会儿，我再重新开动空调器，它又好了，过一会儿又不工作了。搞得人无可奈何。

修理工：你关掉空调后要经过多长时间，再把它打开，使它运转？

驾驶人：大约 5min。

修理工：经常这样吗？

驾驶人：说不清楚，反正遇到最热的天气，常发生这类故障。它可能是每天发生，或者是过好几个星期又一切正常。

综上所述，驾驶人的陈述按专业术语来理解，他实际提供了检测故障的大致部位。

空调器在最热的天气里停止送风，而在其他时间里工作良好。

停止送风时，风扇还在继续工作。

为了重新起动空调器，让它工作，驾驶人先关掉空调约 5min 左右。

由此判断：把空调系统关掉一会儿，好像障碍就没有了。有可能是蒸发器结冰，造成堵塞。根据驾驶人提供的情况，我们先得检查蒸发器温度控制器。

下面来研究另一种情况。

修理工：当风口停止送风时，你是否听到风扇电动机在运转？还是空调系统根本没有动静？

驾驶人：整个系统没动静。

修理工：当系统停止工作后，是否能自动恢复工作，还是必须拨动控制器才能恢复？

驾驶人：不用拨动任何控制器，系统能过一会儿便恢复工作。

修理工：经常发生这类故障吗？

驾驶人：系统起动后，大约 10 ~ 15min 发生故障。

修理工：如果风扇是在高速档运转，有无差别？

驾驶人：有差别，如果风扇在高速档运转，故障来得更快些。

修理工：发生故障时，有没有冷气从风口出来？

驾驶人：有，但你只会感到有一点凉意。

综上所述，在此例中，用专业术语来看，驾驶人实际上告诉我们下列故障信息：

空调器关掉 10 ~ 15min 后，系统能自动恢复工作。

系统关闭后，还有一点冷空气出来。

关闭系统后，听不到风扇声音。

所以判断的结果是通风机体没有故障，压缩机好像也是在运转。这样首先检查的部位该是风扇电路。因为风扇每隔 10 ~ 15min 开、停一次。且停机时间（10 ~ 15min）是不规律的，可能是风扇电动机断路器超载，也可能是断路器的规格选小了。如果是电脑控制的空调系统，便还要参看有关维修手册。

至此，修理工已经从驾驶人那里搜集到足够的资料，可据此确定发生故障可能性最大的部位。对问题进行逻辑分析后，可确定要诊断的相当准确的部位。如有必要，还要进一步用高压表来进行检测和确诊。

1.18 如何判断循环离合器孔管（CCOT）系统正常运行

中低档小轿车中的多数空调，都是循环离合器孔管系统（CCOT）。第 16 章图 16-2 所示是该系统检测时的连接方式。在 29℃气温条件下的正常压力范围值和特点如下：

1）低压侧：压缩机开起时，低压侧压力约降到 0.17MPa，达到 0.17MPa 时，压缩机停转，然后，压力又升高到 0.31MPa，此时，压缩机再次起动。

2）高压侧：压缩机运行时，压力降到 1.4MPa 左右。

3）系统功能运行正常。

4）配气室温度计读数为 7 ~ 16℃。

1.19 如何判断循环离合器膨胀阀系统运行正常

图 17-8 所示是系统检测时的连接方式，循环离合器膨胀阀系统在正常工作时的压力范

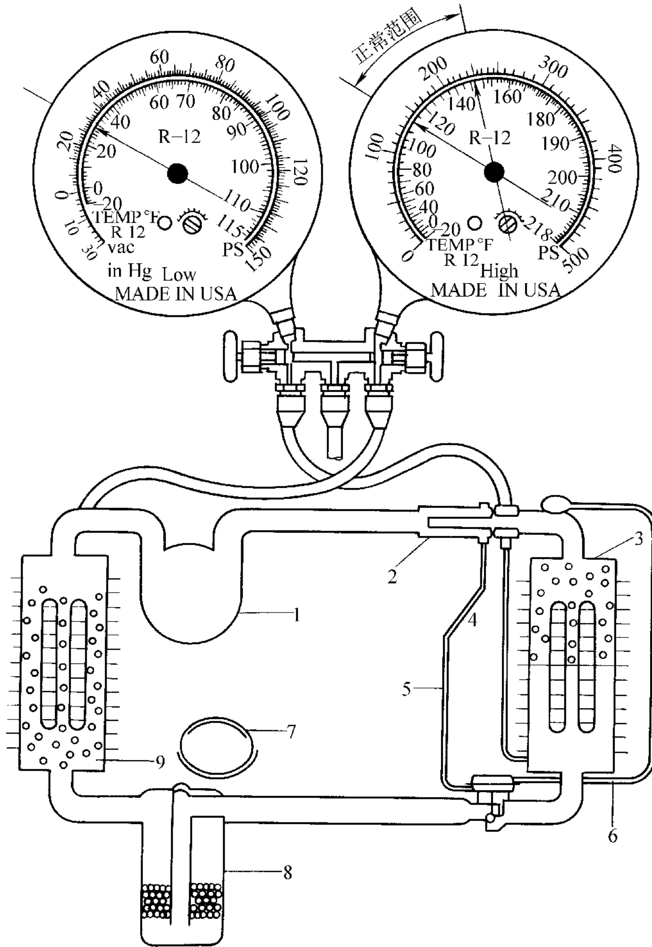


图 17-8　正常运行的 POA 阀和膨胀阀系统

1—压缩机　2—POA 阀　3—蒸发器　4—冷冻润滑油旁通管　5—外平衡管
6—感温毛细管　7—视液镜　8—储液干燥器　9—冷凝器

围值和特点如下：

1）低压侧：压缩机运行时，低压侧压力约降至 83kPa，此时，压缩机关闭，直到压力升高到 0.21MPa 时，压缩机方开始运行。

2）高压侧：压缩机运行时，压力降到 1.4MPa。

3）系统功能正常。

4）视液镜：压缩机运行时，视液镜清晰。压缩机停止时，视液镜有气泡显示。

5）配气室温度计读数在 2 ~7℃之间。

1.20　如何判断有 POA 阀的膨胀阀系统运行正常

图 17-8 所示，是膨胀阀系统检测时的连接方式。这种膨胀阀系统装有由先导阀控制的绝对压力阀（POA），属于传统温控系统，其特点如下：

1）低压侧：装有 POA 阀或 VIR（阀和罐组件）的膨胀阀系统，压缩机不间断地运行。

由于 POA 阀制造厂家不同，压力波动值有所不同。Frigdaire 公司生产的 POA 阀，通常波动值小于 3.4kPa。

2）高压侧：高压侧压力经常在 1.4MPa 左右。

3）系统运行正常。

4）视液镜清晰。

5）配气室温度计读数在 2～7℃之间。

1.21 如何判断属于离合器和传动带的故障

图 17-8 所示是系统检测时的连接方式。

1. 故障现象表现如下

1）低压侧压力太高，压缩机不停地运转。静压力约为 0.59MPa。

2）高压侧压力太低，约 0.68MPa。

3）因为高压侧压力太低，此系统内的制冷剂不能冷凝。

2. 故障原因

1）离合器的故障，一是打滑，二是发出尖啸声。其原因为：

① 气隙太大：系调整不当所致。

② 至线圈的电压过低（磁力弱）：接地不良。

③ 汽车充电系统故障。

④ 离合器线圈导线短接：电阻高。

⑤ 机械故障：带轮不对中；轴承损坏。

⑥ 视液镜（膨胀阀系统）：有气泡。

一动就打滑的离合器，很快就会损坏，所以，必须更换。

2）V 带打滑：可能发出尖啸声，V 带和带轮温度很高。

如果能对故障及时、准确地判断，只要张紧 V 带就行。如果 V 带已被磨光，应当换新的。

1.22 如何判断压缩机阀片出现故障

1. 故障现象

图 17-8 所示为系统检测时的连接方式。循环离合器膨胀阀系统和压缩机进气阀损坏后系统的压力读数范围如下：

① 低压侧压力剧烈波动，数值 0.13～0.34MPa。

② 高压侧压力快速波动，数值 0.48～0.82MPa。

③ 系统不能正常冷凝制冷剂（因为高压侧压力低）。

④ 视液镜处有气泡。

2. 故障原因

1）压缩机阀片损坏：压缩机缸盖部位温度过高。

2）配气室温度计读数等于环境温度。

由于温度过高后，导致压缩机冷冻润滑油失效。一旦发现这种情况，系统应当清理，把被污染的冷冻润滑油排除（冷冻润滑油污染后有腐臭味）。

在上述故障现象中，是进气阀片损坏了。如果是排气阀片损坏，高压表则剧烈波动，但低压表仍然平静，但是读数低。

压缩机进、排气阀损坏了，必须修理或更换。

1.23　如何确定冷凝器故障和系统内制冷剂过量

第 16 章图 16-2 所示为系统检测时连接方式。如冷凝器冷却不足，可能是制冷剂充注过量，也可能是系统排气压力偏高，可以通过向冷凝器喷水确定。如果是冷凝器冷却不足，给喷水冷却后，压力表读数就恢复正常，说明 CCOT 系统有问题。要是膨胀阀系统有问题，则故障现象如例 1.26 和例 1.27 那样。

如果是系统内充注制冷剂过多，喷水冷却冷凝器后，高、低压侧压力只是略有降低。

1. 故障现象

1）低压侧压力高，但不波动。约 0.31MPa。

2）高压侧压力非常高，有缓慢上升趋势。约 1.84 ~2.04MPa。

3）系统不能利用冷凝器排热。

4）视液镜（膨胀阀系统）处有气泡。

5）配气室温度计读数比环境温度低约 2.8℃。

2. 故障原因及排除

1）如果是制冷剂充注过量，应放空、抽真空，并重新注入制冷剂。

2）如果冷凝器不能传热，应仔细检查。

3）要检查进出冷凝器的空气通路是否畅通。

4）冷凝器和汽车散热器之间的隔热垫是否丢失。

5）风扇罩残破或失落。

6）离合器风扇不工作。

7）气流受阻。

高压排气阀可能有冷冻润滑油被排出，应更换排气阀。

通常，这类问题对制冷系统影响的时间不会长。只要排出过多的制冷剂，或克服了冷凝器故障，系统又恢复正常。

1.24　如何确定储液器或辅助干燥器堵塞故障

图 17-8 为系统检测时连接方式。储液干燥器堵塞时和辅助干燥器堵塞时的压力读数范围和故障现象如下：

1）低压表上显示真空读数：

① 储液干燥器负压。

② 辅助干燥器负压。

2）高压表上显示的压力读数非常高：

① 储液干燥器 2.04MPa。

② 辅助干燥器 2.65MPa。

3）系统不能循环制冷剂。

4）视液镜（膨胀阀系统）处可能出现一些气泡。

5）配气室内温度计读数与环境温度相同。

注1：液体管路上的堵塞点处结露或结霜，并有向蒸发器方向发展的趋势。

注2：如果没有完全堵死，低压侧压力表读数可能稍高，可能在约0～69kPa之间。

1.25 如何确定储液干燥器已饱和，如何处理

图17-8所示为系统检测时连接方式，显示的是储液干燥器吸湿量饱和时的系统压力读数。

1. 故障现象

1）低压侧压力较正常，压缩机压力循环周期要比正常的长些。压缩机开：0.2MPa；关：约0.1MPa。

2）高压侧压力在正常值的上限，约1.39MPa。

3）视液镜上有气泡。

4）配气室温度计读数约在10～16℃之间。

2. 故障排除方法

此时，饱和的干燥器必须更换，制冷系统还要用制冷剂冲洗清洁。

视液镜上出现的气泡可能是制冷剂蒸气，也可能是水蒸气。若是后者，湿气将在膨胀阀处冻结，从而间断阻断系统运行。当湿气在膨胀阀处冻结，低压侧压力表上示数将为真空值。

1.26 如何判断孔管堵塞，如何排除

第16章图16-2所示为系统检测的连接方式，显示的是CCOT系统孔管被堵塞后的现象。

1. 压力读数和故障现象如下

1）低压侧压力低到出现真空值。

2）高压侧压力太高，约2.86MPa。

3）系统制冷剂无法循环（制冷剂在高压侧冷凝）。

4）配气室温度计显示环境温度读数。

2. 故障排除方法

孔管一旦被堵塞，则必须彻底清除CCOT系统内的污染物。有些厂家，在液体管路上安装辅助过滤干燥器（参看图17-8），通用汽车公司便在大型轿车和货车上装上了这类过滤干燥器。

1.27 如何判断膨胀阀只闭不开和膨胀阀只开不闭，应如何排除

1. 膨胀阀只闭不开故障现象

图17-8所示为系统检测连接方式，显示值是膨胀阀关闭后的压力读数。

1）低压侧压力低，约34kPa，离合器不能断开。

2）高压侧压力低于正常值，约0.88MPa。

3）系统流量减小。

4）视液镜清晰。

5）配气室温度计显示值等于或接近环境温度。

2. 膨胀阀只闭不开故障原因和排除方法

1）膨胀阀只闭不开，是由于膨胀阀和蒸发器进口管结霜。

2）有故障的膨胀阀，一般应予更换，没必要再去调整过热弹簧。如系外界微粒聚集在膨胀阀内，则加以清理，换上一只新储液干燥器即可。

3. 膨胀阀只开不闭故障现象

图 17-8 所示为检测系统的连接方式，显示值是膨胀阀只开不闭时的压力读数。

1）低压侧压力高于正常值，约 0. 3MPa。

2）高压侧压力也高于正常值，约 1. 56MPa。

3）系统流量增加到使蒸发器充满了液体制冷剂，无法全部蒸发。

4）视液镜上有时有气泡。

5）配气室温度计显示读数低于环境温度，有轻度制冷。

4. 膨胀阀只开不闭的故障原因和排除

1）膨胀阀只开不闭，回气管出现严重结霜。

2）应当更换有故障的膨胀阀。

1. 28　如何判断膨胀阀动作失灵（离合器系统）应如何排除

图 17-8 所示为系统检测时的连接方式，显示当膨胀阀不能向蒸发器提供足够的制冷剂时的系统压力读数，但蒸发器内显示的却又是供液过多。

1. 故障现象

1）低压侧压力在正常值下限，约 88. 4kPa，离合器不能断开。

2）高压侧压力正常，约 1. 36MPa。

3）系统过快地结束蒸发过程，大部分蒸发器面积因吸收热量而过热，结果温暖的蒸发器使温度开关处于闭合状态，离合器不能断开。

4）视液镜清晰。

5）配气室温度计温度读数显示为 13 ~18℃之间。

2. 故障排除方法

如果膨胀阀动作失灵的结果，是导致不能向蒸发器供应足够的液体制冷剂时，此时离合器不能断开。膨胀阀和蒸发器进口管上可能结霜。蒸发器出口温暖。

此时必须更换动作已失灵的膨胀阀。注意在此情况下，不能用调整过热弹簧的方法来进行修复。

如果膨胀阀动作失灵的结果，是导致向蒸发器供液过多，压力读数（高、低压侧）和向蒸发器供液不足的情况类似。但触摸蒸发器出口时有冷感。此时亦需更换膨胀阀。

1. 29　如何判断膨胀阀只闭不开和只开不闭（传统温控 POA 阀系统）的情况，如何排除

此处指装有先导阀控制的绝对压力阀系统。也即 VIR 系统，即把膨胀阀和 POA 阀都装在储液器内的系统。

1. 膨胀阀只开不闭时的故障现象

图 17-8 为系统的检测连接方式。POA 或 VIR 系统中膨胀阀只闭不开时的压力读数和故障现象表现如下：

1）低压侧压力正常，约 0.2MPa。

2）高压侧压力正常，约 0.85MPa。

3）系统流量趋近于零。

低压侧压力由 POA 阀维持正常值。膨胀阀和蒸发器进口管结霜是故障的重要指示特征。

4）视液镜清晰。

5）配气室温度计读数显示与环境温度相同。

2. 膨胀阀只开不闭故障排除方法

这类情况系膨胀阀失灵，故应予更换。

3. 膨胀阀只闭不开时的故障现象

图 17-8 所示为系统检测连接方式，膨胀阀只开不闭（POA/VIR 系统）时的压力读数和蒸发器满液故障现象表现为：

1）低压侧压力正常，约 0.2MPa。

2）高压侧压力偏高，约 0.85MPa。

3）系统流量增加，蒸发器出现满液现象。

4）视液镜清晰。

5）配气室温度计显示与环境温度相同。

4. 膨胀阀只开不闭故障诊断和排除方法

1）膨胀阀只开不闭，蒸发器出口管、POA 阀和回气管均结上一层霜。

2）以上两种情况，即膨胀阀只闭不开和只开不闭时，高低压侧压力读数表现均正常。看到的现象是蒸发器进口管或出口管结霜。但关键因素还是蒸发器出口管结霜。以上情况均应更换膨胀阀。

1.30 如何判断 POA 阀只闭不开和 POA 阀只开不闭的故障，如何排除

1. POA 阀只闭不开的故障现象

图 17-9 所示为系统检测的连接方式。POA 阀只闭不开时，系统的压力读数和故障现象表现如下：

1）低压侧压力在约 0.31 ~0.35MPa 之间。

2）第三压力表（当用在福特汽车上）出现真空值，见图 17-9。

3）高压侧压力低于正常值。约 0.88MPa。

4）系统流量出现减少。

5）视液镜清晰。

6）配气室温度计读数与环境温度相同。

2. POA 阀只闭不开的故障排除方法

POA 阀的动作失控阻止制冷剂流动，只有极少量制冷剂由冷冻润滑油旁通管路通过。严重结霜是主要表现。

如果 POA 阀已不能正常工作，应予更换。

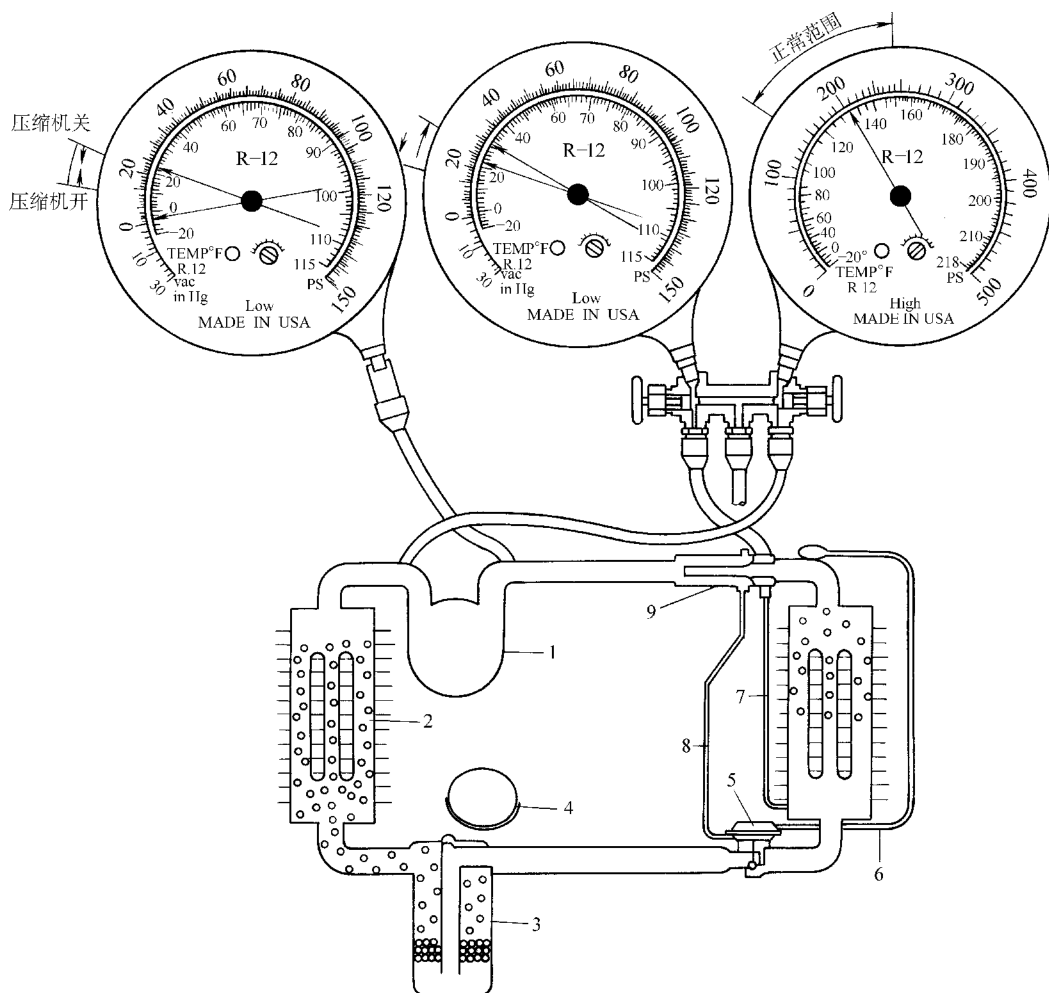


图 17-9 装有第三只表时的正常 POA 系统压力读数

1—压缩机 2—冷凝器 3—储液干燥器 4—视液镜 5—膨胀阀 6—感温毛细管 7—冷冻润滑油旁通管 8—外平衡管 9—POA 阀

3. POA 阀只开不闭的故障现象

图 17-9 所示为系统检测连接方式，POA 阀常开不闭的压力读数和故障现象表现如下：

1）低压侧压力低，在 35 ~ 69kPa 之间。

2）第三只表（用在福特汽车上）的读数和低压侧压力表的相同。

3）高压侧压力正常。

4）系统流量只由膨胀阀控制，压力约为 1.29MPa，此时，蒸发器的效率最高，因此，它的温度很低，接近 －18℃。

5）视液镜清晰。

6）配气室温度计读数低到在 －12 ~ －9℃范围。

4. POA 阀只开不闭的排除方法

由于 POA 阀只开不闭，蒸发器温度很低，湿气冷凝后将冻结在翅片上，妨碍空气流通。

这种情况，必须将 POA 阀予以更换。

1.31 如何判断 POA 阀系统（福特公司）处于正常运行状态

图 17-9 所示为系统检测时的连接方式。正常的 POA 系统显示在三只压力表上的读数值如下：

1）低压表：压缩机开：约 6.8kPa；关：约 0.17MPa。

2）高压表：约 1.36MPa。

3）第三表：约 0.2MPa。

1.32 如何判断 EPR 系统（阀开启时）处于正常的运行状态

所谓 EPR 系统，是指使用蒸发器压力调节阀（EPR）来控制蒸发器温度的系统（多用在克莱斯勒公司产品上）。

1）第 16 章图 16-4 所示是正常的 EPR 系统内制冷剂流动时的读数。其特征有：

① 低压侧压力降至约 0.14MPa。

② 第三表压力开始从 0.14MPa 降落，阀开始闭合。

③ 高压侧压力正在升向正常。

④ 视液镜清晰。

2）当 EPR 阀已经关闭，制冷剂不能流动，高、低压侧压力开始回到静止位置。其特征是：

① 低压侧压升至约 0.21MPa。

② 第三表压力开始从 EPR 开启时读数约 0.11MPa，升高至 0.17MPa。

③ 高压侧压力正在回跌至 0.68MPa。

④ 视液镜可能出现气泡。

此循环不断重复，以保持适当的蒸发器温度。

1.33 如何判断 EPR 阀只闭不开和 EPR 阀只开不闭的故障，如何排除

1. EPR 只闭不开时的故障现象

第 16 章图 16-4 为系统检测的连接方式。EPR 系统 EPR 阀只闭不开的读数和故障现象表现如下：

1）低压侧压力升高，约 0.34MPa。

2）第三表出现真空。第三表告诉人们 EPR 阀正在关闭中。

3）高压侧压力还要降低（有可能出现真空），约 0.54MPa 以下。

4）系统流量为零。

5）视液镜清晰。

6）配气室温度计读数与环境温度相同。

2. EPR 只闭不开时的故障排除

1）EPR 阀堵塞后，压缩机后部有时出现结霜。

2）堵塞的 EPR 阀应予更换。

3. EPR 只开不闭时的故障现象

如图 16-4 所示是系统的检测连接方式，EPR 阀只开不闭时的系统读数，其结果和 POA 阀只开不闭时相差不大。

1）低压侧约 47.6kPa。

2）高压侧约 1.36MPa。

3）第三表约 47.6kPa。

4. EPR 只闭不开时的故障排除

此时，阀应予更换。

1.34　汽车空调器不制冷，出风口出热风，膨胀阀的进出口处几乎没有温差，低压压力很低，应如何处理

一般是膨胀阀上的感温包被磨破，造成制冷系统的制冷剂全部泄漏，致使膨胀阀的阀孔关闭，无法实现制冷循环。此时，可重新更换感温包，然后进行检漏，抽真空，充注制冷剂后故障即可排除。

1.35　汽车空调器不制冷，排气温度高，手摸气缸盖烫手、高压与低压压力几乎相等，应如何处理

这种情况一般是压缩机吸气阀或排气阀上的阀片磨损破碎，或是气缸盖垫片被击穿，造成高压与低压腔串通，使制冷剂始终在气缸中徘徊，使压缩机进出口高低压几乎相等，而使压缩机无法进行压缩制冷。这种故障的排除，应拆卸压缩机，打开机壳更换阀片或气缸盖，或换上同型号同规格的压缩机。

1.36　汽车空调在运行，车内冷气不足，应如何处理

1. 造成车内冷气不足的主要原因

1）汽车内冷空气流量不够。

2）温度控制器调整不当。

3）控制装置及通风开关未置于“关闭”位置。

2. 在修理时应按上述故障原因进行检查和修理

1）检查中若发现蒸发器被脏物阻塞，造成空气受阻，只要清除蒸发器通道中脏物即可。

2）按车内温度要求，重新调整温度控制器。

3）将控制开关调到正确位置。

1.37　汽车空调器运行时，蒸发器结霜，车内冷气不足，且高压压力与低压压力值均偏低，应如何处理

出现上述情况的原因是由于膨胀阀内节流孔失效，使进入蒸发器内的液体制冷剂不能很好地进行蒸发吸热和制冷，致使供冷量下降，使车内冷气不足。该故障的排除应先将制冷系统中的制冷剂放出，然后更换新的膨胀阀，最后对系统进行检漏，抽真空，充注制冷剂。

1.38 空调器运行时，车内冷气不足，且高压压力与低压压力均偏高，应如何处理

出现上述情况的原因是由于制冷系统中混有过量冷冻润滑油，致使系统中的制冷剂流量下降，这样制冷量也相对下降，结果造成车内冷气不足。对这种故障，应首先放出制冷系统中的制冷剂，使冷冻润滑油一起排出，然后进行抽真空，加注制冷剂。

1.39 汽车空调器出风口温度不低，高压压力较高，低压压力偏低，车内冷气不足，应如何处理

出现这类故障的原因如下：膨胀阀的开启度过小，使制冷剂流入蒸发器的数量少，造成蒸发量不足。对这种故障，只需将膨胀阀上的调节螺钉逆时针方向调一圈，将制冷剂的流量加大一些即可排除。

1.40 汽车空调器出风处的风不冷，压缩机外壳温度升高，应如何处理

出现这类情况的原因如下：膨胀阀处受堵，使制冷剂在此处节流蒸发，则低压压力接近于0，高压压力较高，在膨胀阀处可看到结有薄霜，此时可以确定为膨胀阀滤网被堵。在修理前断续反复地起动压缩机，如滤网堵塞不严重时，堵塞可被排除，但若堵塞严重，则只能拆下膨胀阀，用乙醇清洗滤网，并用压缩空气冲洗制冷系统，然后抽真空，加注制冷剂。

1.41 汽车空调器开始工作时，制冷情况良好，使用一段时间后，冷气逐渐不足，储液干燥器视液镜玻璃上出现气泡，怎么办

出现这种情况的原因是由于制冷剂不足而引起的，可见储液干燥器视液镜玻璃孔内出现气泡，并可发现其中有一只连接接头处有油迹。因汽车经常在高低不平的道路上行驶，由于振动造成接头松动，高压压力和低压压力均偏低，这是经常会发生的一种故障现象。碰到这种故障，只要将松动接头拧紧就行。如果拧紧后仍泄漏，可在接头处加上纯铜垫片就可将故障排除。

1.42 汽车空调器运行开始时，制冷正常，但过一段时间制冷性能下降直至不制冷，停止运行一段时间后再起动又恢复正常，过一段时间又重复上述现象，应如何检测和排除

出现上述情况是典型冰堵现象。此时，查看高低压力表，即可发现高压压力较高，低压压力可以低于0.04MPa。这是由于膨胀阀节流孔处结冰，堵住了制冷剂的流通。此时，压缩机仍在不断运转，高压管路中的制冷剂密度逐渐增大，高压表上的读数表现升高，而低压部分，由于压缩机不断吸气，使蒸发器中气体制冷剂的密度逐渐减小，所以表现出低压表上的读数偏低。排除上述故障应更换干燥过滤器。然后检漏，抽真空，充注制冷剂。

1.43 汽车空调器运行10多分钟后，出风口处温度偏高，冷气不足怎么办

在检查中，低压压力偏高，仔细听压缩机有液击声，说明出现上述情况的原因是蒸发器

中供液量过大，造成低压压力偏高，冷气不足现象。这一般是由于膨胀阀开启度过大所致，使进入蒸发器中的制冷剂数量过多，制冷剂在蒸发器中就不能很好地蒸发吸热，使多余的制冷剂液体随蒸发后的气体一同回到压缩机中，造成压缩机液击现象。

对这种故障，只需将膨胀阀拆下，对流量调节螺钉顺时针方向调节 1 ~ 2 圈即可。但应注意，在出厂时，膨胀阀的开度已经调好，一般不要轻易去调整。

1.44　汽车空调运行时降温极慢，应如何处理

如测试中发现高压压力与低压压力均正常，储液干燥器视液镜显示制冷剂量正常，应再检查带动压缩机的 V 带。一般上述情况多为 V 带老化产生松弛所致。因 V 带故障影响了压缩机的正常转速，降低了在单位时间内压缩机的制冷量，从而使车内降温极慢。故障的排除只需将 V 带张紧到适当的紧度，使压缩机达到正常转速，故障即可排除，如为 V 带老化，则需更换 V 带。

1.45　汽车空调制冷效果不好，手摸压缩机外壳较凉，怎么办

如检测中发现高压压力与低压压力都偏高，而压缩机外壳较凉。上述现象可判断为制冷剂量过量所致。由于制冷剂量过多，使压缩机的回气管中带有液体制冷剂。这部分液体制冷剂在气缸中蒸发吸热后，会使压缩机外壳温度降低，严重的在外壳还要结霜。这种故障只需从低压注液阀门上放掉多余的制冷剂后即可排除。但必须密切注视储液干燥器上视液镜玻璃盖孔内的情况，一旦出现气泡，马上关闭阀门，以免放卸制冷剂过量。

1.46　汽车空调打开后，只有风而没有冷气，应如何检修

如检测中发现高压压力表和低压压力表的指针均不动，用万用表检查制冷开关接触也良好。当检查压缩机电磁离合器时，发现离合器电磁线圈断路，从蓄电池上直接引线至压缩机离合器仍无动作，这时可判断为离合器故障，故只需更换离合器即可。

2　电控汽车空调故障诊断维修举例

2.1　奥迪 A6 轿车空调突然不制冷

1. 故障现象

驾驶人说，本来空调工作正常，突然出现空调不制冷的现象。该车已行驶 18000km。

2. 诊断与排除

根据上述故障现象，首先进行目视和初步检查，其检查方法是：起动发动机，打开空调开关，并将鼓风机风量及温度开关设定到最强和最冷（MAX）位置，此时压缩机、鼓风机均正常工作。轻轻触摸空调系统的低压管，感觉发烫。再触摸冷凝器后面的高压管，感觉发凉。接上空调歧管压力表组测量空调管路的压力，此时压力表的读数低压侧太高，约为 450kPa（正常值应为 150 ~ 300kPa）；高压侧则太低，约为 750kPa（正常值应为 1850 ~ 2050kPa）。

该车装用空调自诊断系统，利用自诊断功能读取故障码。故障码的读取方法是：

1）压住室内循环键；
2）压住上方空气分配键；
3）同时放开 2 个键；
4）利用温度“+”、“-”选择功能键，进入“01C”和“03C”系统故障项目诊断；
5）压下室内循环键，显示“00.0”码，说明系统正常；
6）再压下“AUTO”离开。

由于空调系统的自诊断是针对发动机电子控制执行系统，利用传感器数值判断一些外围系统的诊断，对个别部件损坏诊断不足，所以要根据故障现象和部件来分析故障原因。压缩机两侧低压管压力和温度都很高，高压管压力和温度都很低，压缩机的制冷剂流向是由压缩机气缸上方的两组止回簧片阀控制，入口簧片阀是制冷剂在压缩行程时压进高压管的通道。如果压缩机内部漏气，止回阀和缸盖垫片漏气，压缩机活塞、活塞环或气缸过度磨损都会造成上述故障。

更换空调压缩机后试车，空调制冷正常，故障得以排除。

出现故障的其他因素

奥迪 A6 轿车空调自动控制系统是比较先进的独立控制系统，其功能强，部件多，故障点相应也较多，为了扩展维修思路，现将影响此车压缩机正常工作的因素简单归纳如下，仅供参考：

1）供电线路及接地不良；
2）空调开关及鼓风机负荷开关不良；
3）系统压力过高，高压开关断开（一般为膨胀阀堵塞）；
4）系统压力过低，低压开关断开（缺制冷剂）；
5）无发动机转速信号（指空调电脑没收到转速信号）；
6）传动带打滑严重或压缩机转速传感器故障；
7）车外温度过低（低于 2℃）或车外温度传感器故障；
8）温控器传感器故障；
9）冷却液温度过高（高于 119℃）或冷却液温度开关故障；
10）液面开关故障；
11）自动跳合信号（自动变速器高档变低档信号）。

2.2 奥迪 100 2.2E 轿车开空调后，转速降低，易熄火

1. 故障现象

发动机怠速、加速运转时都正常，但一开空调，发动机转速降至 500～600r/min，且发动机易熄火。

2. 诊断与排除

此故障的主要起因是由于空调怠速无提升，控制怠速提升装置工作不良。

更换了怠速稳定阀，故障依然存在。测量了怠速稳定阀的工作电流，发现其电流供给不稳，打开空调时更为明显。怠速稳定阀的工作电流由怠速稳定控制单元提供，怠速稳定控制单元如果不好，必定导致怠速不稳。开空调时，转速无提升反而下降。

更换怠速稳定控制单元后试车，再打开空调时，发动机运转正常，故障得以排除。

2.3 奥迪 A6 1.8 轿车在行驶中空调突然无冷风

1. 故障现象

驾驶人反映车辆在行驶中突然无冷气（一辆行驶 7 万 km 的奥迪 A6 1.8 轿车）。

2. 诊断与排除

检查发现空调系统鼓风机、压缩机都不工作，系统熔丝 S25（30A）烧毁。更换熔丝后系统工作正常。因该车行驶 7 万 km 没有发生过碰撞事故，空调系统线束没有改动过，大致检查线束没有明显短路、接地处。于是怀疑故障原因是系统突然过载所致。试车 1h 后，空调系统工作正常，便把车交给了用户。

过了两天驾驶人来报修说该车故障再现，驾驶人反映，车辆在行驶中突然右前部“呜”的一声，之后空调系统就停止了工作。用故障诊断仪 V. A. G1551 检测发现一个故障码：01273 新鲜空气鼓风机——V2 调整差别/SP。查阅维修资料提示为几个故障方向：新鲜空气鼓风机、鼓风机控制单元 J126、空调系统控制和显示单元 E87 以及三者间连线。

首先检查新鲜空气鼓风机及其控制单元。拆下副驾驶人侧储物盒，测量鼓风机电阻值为 0.812Ω，在标准范围之内。拆下鼓风机检查叶轮转动灵活无卡滞，轴承无异响。利用故障诊断仪 V. A. G1551 进入空调系统读取测量数据块选择 009 显示组观察显示区 1 和 2，逐渐调节鼓风机转速，观察鼓风机 V2 规定电压值和实际电压值，测量结果都在维修手册规定范围内。检查空调系统控制单元也无明显接地短路处。难道线束内还有短路接地处？结合电路图，逐一检查所有工作电流通过 S25 的用电装置以及连接线束，检查结果正常。

因驾驶人等着用车就把车先提走了。第二天下午，驾驶人又开车过来。检查出风口温度冰凉，能达到 2～3℃，但出风量很小。打开发动机盖检查发现低压管上已结了厚厚一层霜。继续让空调系统运转一会儿，果然听到鼓风机“呜”地一声继而整个系统都停止了工作，S25 又一次烧毁。

奥迪 A6 采用变排量压缩机，通过压力控制阀感受吸气侧压力，然后改变压缩机曲轴箱内的压力。这样既避免了压缩机频繁起动带来的噪声，又能将出风口温度自动保持在设定范围内，大大提高了乘员的舒适性。

经询问驾驶人得知，前段时间因压缩机异响在一家汽修厂更换了压缩机。如果使用 R—134a 制冷剂的空调系统误加注了 R—12 制冷剂会使蒸发器和低压管路结霜。由于手头没有制冷剂型号检测仪，只好放掉系统原来加注的制冷剂，并检查节流孔管安装位置和方向是否正确，滤网有没有堵塞和破损。确定相关注意事项后，并把管路用氮气吹干净，加注了原厂规定量的 R—134a 和冷冻油，可过一段时间后故障依旧，难道更换的压缩机有问题？带着疑问拆下压缩机，检查其型号隐约为 7SBJ63C，而奥迪 A6 正确的压缩机型号应为 7SBU16C。在更换了正确型号的压缩机后故障彻底排除。

注 意 事 项

由于更换的压缩机型号不对，以致不能有效控制、调节系统压力，致使制冷效果过强，蒸发器结霜后鼓风机附近形成一个密封舱，鼓风机运转阻力增大，导致过载熔丝S25 烧毁。

这一故障的排除前后持续了一个星期，反思其原因是没有看到真正的故障现象。前期仅凭驾驶人反映的故障现象和故障诊断仪 V. A. G1551 检测的故障码进行了诊断，对自己的故障排除起了误导。而我们试车为什么未出现故障呢？主要是因为我们和驾驶人的操作习惯不一样，驾驶人喜欢使用室内循环强冷鼓风机 1 档工作。而我们试车时使用的是外循环鼓风机高速档，这样通过蒸发器的空气流量很大而不至于结霜，因而没有捕捉到故障。从而拖延了故障的排除时间，给客户带来了不便。因此接待客户时一定要仔细询问故障现象以及驾驶人的操作使用习惯，避免故障排除时间过长以及客户的报怨。

2.4 捷达前卫轿车空调压缩机工作无规律

1. 故障现象

当打开空调后，压缩机不工作，但偶尔又工作正常。此类故障现象有别于打开空调后、压缩机正常的工作间歇。

2. 诊断与排除

根据该车的故障现象，检查后确定该车空调系统电路控制部分存在故障。

捷达前卫轿车空调系统电路图如图 17-10 所示。根据电路图，首先检查供电熔丝 S51、S52，二者均正常，无熔断现象。检查有关元件，如除霜开关、高低压开关、外部温度开关等，均无故障，插头也无松动现象。

打开空调后测量高低压开关插头中的绿/黄色线，测量结果电压值为 0V，正常值应为 12V。根据电路图再次检查有关线路，最后确定是空调继电器 J13 故障。该继电器第 5 端子内部接触不良，导致上述故障现象。

更换空调继电器 J13 后，故障排除（注：J13 位于中央配电盒第一号位置；S51、S52 位于蓄电池附近附加配电盒上）。

2.5 捷达 CL 轿车空调制冷效果差

1. 故障现象

打开空调开关将温度开关转至最冷位置，感觉从各出风口吹出的风不凉。用手摸空调系统的高、低压管，感觉高压管温度较高，但低压管温度不低，说明空调系统制冷效果差。

2. 诊断与排除

空调系统的故障要借助空调压力表组来检查。将压力表组分别接在空调系统的高、低压管上，测得高压端的压力值约为 1.6MPa，低压端压力值约为 0.22MPa。标准值为：高压端

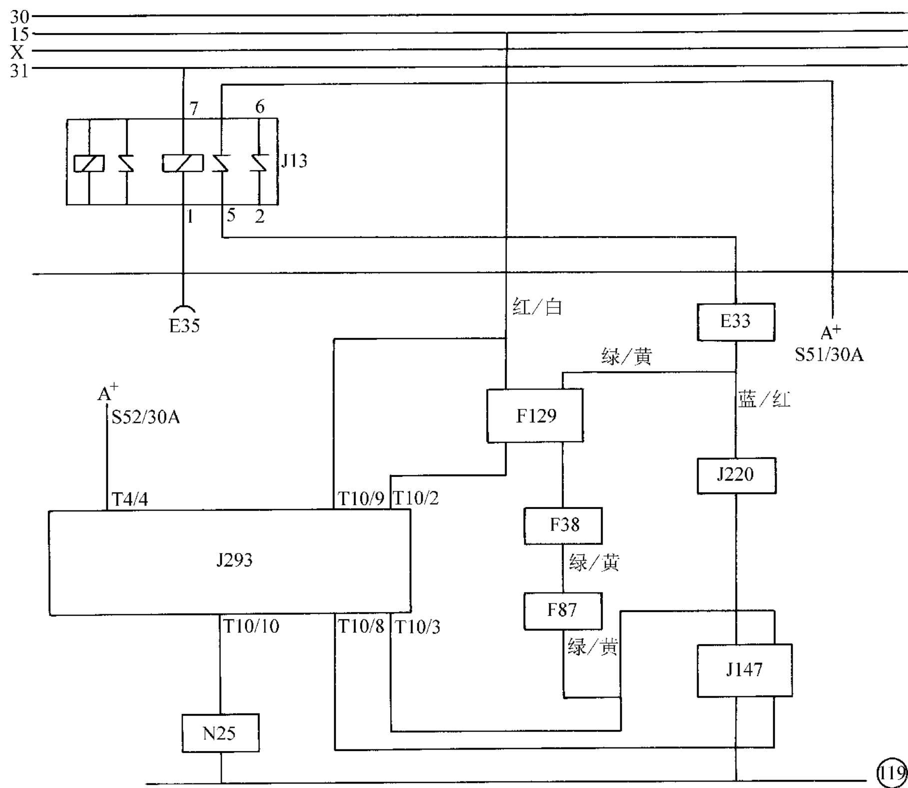


图 17-10　捷达前卫轿车空调系统电路图

J13—空调继电器　E35—空调开关　E33—除霜开关　F129—高低压开关　F38—外部温度开关　F87—冷却液温度开关　J147—超速切断继电器　J220—发动机控制单元　J293—空调控制单元　N25—空调电磁离合器　119—接地点

为 1.2～1.4MPa，低压端为 0.2MPa。检测结果表明，空调系统的高、低压压力值均比标准值高。

空调系统高、低压压力均高的原因有：

1）空调管路内有空气或水分；

2）制冷剂充注量过多；

3）空调系统散热效果差。

首先打开空调开关，将温度开关开至最大，工作一段时间，观察储液干燥器上的视液镜内制冷剂状态，正常。关闭空调开关，使制冷系统停止工作，观察视液镜内制冷剂的状态，发现视液镜内立即产生气泡，然后慢慢消失，这说明制冷剂充注量合适。

再检查空调系统的散热情况，空调系统的散热主要是靠冷却风扇和冷凝器来完成的。打开空调开关，冷却风扇就应以低速档旋转，这说明风扇运转正常。检查冷凝器，发现上面的散热器片无变形，但散热片中间好像很脏。用水冲洗，冲出许多泥土、树叶等脏物。

冲洗冷凝器后试车，发现空调压力表指针已在标准值范围内，风道口吹出的风变凉，故障排除。

2.6 捷达都市先锋AT轿车空调制冷效果不佳，车内最低温度只有15℃

1. 故障现象

驾驶人说，在使用空调时，感觉空调制冷效果不佳。用测温仪在空调的出风口检测温度，在空调运行时车内的最低温度只有15℃。

2. 诊断与排除

检查时发现该车的空调压缩机能够正常运转，在空调控制系统电路上应该不会有问题，故障很可能出在空调管路系统上。

接上歧管压力表组测量高、低压侧的压力。发动机运转时，将转速控制在1500～2000r/min之间，使空调压缩机工作，此时低压表读数为0.26MPa，高于标准值0.12～0.20MPa。而高压表的读数为1.90MPa，也高于标准值1.20～1.50MPa，检测结果表明高、低侧压力值均偏高。如果冷凝器散热不良、制冷系统内有空气、制冷剂过量或膨胀阀损坏，都会出现高、低压侧的压力均高出标准值的情况。

通过观察制冷剂软管上的视液镜，可以知道制冷剂量是否正常或制冷系统是否存在空气。该车制冷系统工作时，视液镜中没有气泡流动，看来，制冷剂量正常，制冷系统中也没有空气。

检查冷凝器时，发现冷凝器片已经严重堵塞，仔细查看，发现这些堵塞物全是毛状微粒，原来是柳树上的絮毛。由于正值夏初季节，柳絮飘飞，该车电子风扇运转时，将很多絮毛吸入冷凝器片中。随着絮毛的逐渐增多，冷凝器的散热效果越来越差。如果从压缩机流出来的高温高压制冷剂，在冷凝器里得不到良好的冷却，空调制冷的效果当然不佳。

拆掉冷凝器的固定螺栓，用压缩气体吹净冷凝器上的絮毛，又检查了风扇传动带，发现传动带的截面上有很多裂纹，于是又更换了一根风扇传动带，将冷凝器固定螺栓拧紧。

经试车，空调运行良好，制冷效果恢复正常。

2.7 捷达前卫轿车空调压缩机离合器突然分离，再也不能吸合

1. 故障现象

驾驶人反映，车辆在行驶过程中使用空调，空调压缩机离合器突然分离，而且再也不能吸合。

2. 诊断与排除

捷达前卫轿车采用了一汽大众新设计的空调控制器。该空调控制器内包含2个常开触点继电器：高速风扇继电器和空调继电器。发动机的控制单元通过空调控制器控制空调压缩机离合器的接合与分离，控制过程如下：

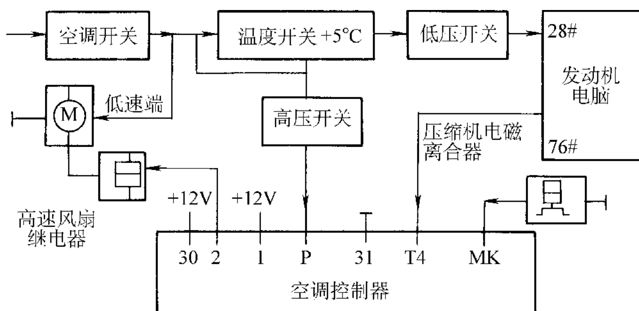


图17-11 捷达前卫轿车空调控制系统简图

如图17-11所示，当按下空调开关后，空调工作请求信号经+5℃温度开关、低压开关由28号端子进入发动机控制单元。当控制单元接收到该信号后，将根

据怠速开关和节气门位置传感器信号确定空调是否工作及如何工作。如果怠速开关闭合，即发动机处于怠速工况时，控制单元收到空调工作请求信号后，将不会立即接通空调继电器，而是给 140ms 的延时。同时，控制单元将提高发动机转速。这样，当空调压缩机工作时，发动机将有足够的功率补偿，使发动机的怠速转速保持稳定。若节气门全开，发动机在全负荷工况运转时，即使空调开关接通，控制单元也将切断空调继电器，使空调压缩机停止工作。当节气门脱离全开位置时，控制单元会接通空调继电器，使空调压缩机恢复工作。

根据驾驶人反映的情况，考虑故障原因有可能是空调系统散热不良，空调长时间运转导致制冷剂温度过高，膨胀压力太大，冲破易熔塞而泄漏。但用歧管压力表组测试制冷系统压力时，发现压力完全正常，由此可以判断故障应存在于空调控制电器线路部分。

将点火开关转到接通位置，接通空调开关，拔下低压开关插头，用万用表对其供电电压进行测量，电压值为 12V，说明空调开关、+5℃温度开关及连接线路正常。然后，脱开发动机控制单元至空调低压开关的线路，没有发现异常情况。

检查高压开关及其线路没有问题。在检查到空调控制器时，发现空调控制器上的熔丝没有熔断且连接良好。空调控制器上的 30 号和 1 号端子供电及 T4 号端子与控制单元的 76 号端子接地均正常。

在不能确定故障部位的情况下，只好找来一辆相同且空调工作正常的车辆进行对照测试。首先着重检查发动机控制单元与空调控制器相连的信号线部分。对正常车辆进行检查，测量空调控制器上的 T4 号端子，发现在空调压缩机离合器不接合时，该端子电压值为发电机电压 13. 5V；而在空调压缩机离合器吸合时，电压为 0V，T4 号端子与蓄电池的负极相接通。回过头来测量故障车空调控制器上的 T4 号端子，测量值始终是发电机电压 13. 5V，没有接地，把 T4 号端子人为接地后，故障车的空调压缩机工作正常。

根据对比测试判断，该车的发动机控制单元未接收到空调请求信号，从而不能对控制单元的 76 号端子进行接地控制。所以重新拔下控制单元的插头，着重检查控制单元 76 号端子，发现是插头与插座之间接触不良。

重新插牢控制单元的插头后试车，空调压缩机离合器接合，空调运转正常，故障排除。

2. 8　红旗 CA7180AE 轿车空调鼓风机风力不正常

1. 故障现象

该车空调鼓风机第 1、2、3 档风力都比正常时小，且第 2 档和第 3 档风力差别不大，第 4 档正常。

2. 诊断与排除

因为鼓风机的第 4 档风力正常，说明电路中熔丝和鼓风机工作正常。

该车空调鼓风机是由点火开关上的端子 75 经过 17 号熔丝供电，然后串联鼓风机变速电阻中不同电阻值的电阻，最后经鼓风机控制开关的滑动触点后接地构成回路的，由于第 1、2、3 档风力不正常，所以分析可能是鼓风机变速电阻或鼓风机控制开关有问题。将原来变速电阻的插头拔下后插上一个新的变速电阻试验，故障仍未排除，这样就可以判断出故障部位是在鼓风机控制开关。

由于第 1、2、3 档使用频繁，滑动触点磨损严重，导致接触不良。因接触电阻过大，致使第 1、2、3 档风力减小。

更换鼓风机控制开关后，故障排除。

2.9 桑塔纳 2000GiS 轿车空调打开后，发动机易熄火

1. 故障现象

驾驶人说，该车不开空调时，怠速运转平稳，开空调后，发动机易熄火（该车行驶里程为 7 万 km）。

2. 诊断与排除

化油器式的桑塔纳轿车采用了空调怠速提高装置，在发动机怠速开空调时，该装置能将发动机转速由 800r/min 提高到约 1100r/min，防止发动机熄火。该装置由节气门开度真空阀、电磁阀及真空管等组成，其真空度传递路线是这样的：进气歧管的真空度至电磁阀，再到真空阀。

拆下空气滤清器，起动发动机，开、关空调开关，观察到节气门开度真空阀不动作，拔下阀上的真空管无真空度，再拔下进气歧管上的真空管感觉有真空度，检查证明真空管无泄漏处，说明电磁阀不工作。

电磁阀不工作的原因有：①电磁阀损坏；②电磁阀无控制电压。将电磁阀插头拔下，直接从蓄电池引电源线至电磁阀端子，可听到电磁阀动作声音，说明电磁阀正常，故障在其控制线路上。

用万用表测量至节气门开度真空阀之间的控制线，无 12V 电压，而此时压缩机离合器吸合，压缩机离合器上有 12V 电压，说明从节气门开度真空阀至发动机室右侧线束这段线路有断路，检查果然发现此段线路中间折断。

重新连接后，打开空调开关，发动机转速由 800r/min 提高到 1100r/min，故障排除。

注 意 事 项

该车故障是由于节气门开度真空阀控制线路断路引起的。在开空调时，真空阀不工作，节气门开度不能增大，而空调运转需要一定能量，这样原怠速就会降低，引起发动机抖动，甚至熄火。

2.10 桑塔纳世纪新秀轿车空调打开后，感觉制冷效果不佳

1. 故障现象

驾驶人说，打开空调后，感觉制冷效果不佳。(行驶里程为 6.1 万 km)

2. 诊断与排除

检查压缩机及离合器，工作正常。发动机运转数分钟后，使发动机怠速运转，打开空调开关，从储液干燥器视液镜可以见到有连续的气泡，但出风口空气不冷，初步诊断是制冷剂缺少。

用多用表检测高低压端显示的压力值均偏低，验证了制冷剂缺乏的判断。制冷剂缺少，多数为制冷系统有泄漏处，检测方法通常有 3 种：

1）目测。泄漏部位一般有油污和灰尘积存；

2）肥皂水测试。将肥皂水浇在管接头上，泄漏处会产生气泡；

3）用测漏仪检漏。

经检查，发现储液干燥器的接头部位有泄漏处，更换垫片，按规定力矩拧紧螺母。在气体状态下注入制冷剂 R—134a 直至多用测量表上压力指到 100kPa，然后再进行气体泄漏检测。发动机运转过程中，从视液镜观察制冷剂无气泡，而且出风口空气是冷的，表明制冷剂量适当，故障排除。

2.11　桑塔纳 2000GLi 轿车出风口喷出热风，空调不制冷

1. 故障现象

驾驶人说，打开空调开关，出风口喷出热风，空调不制冷（行驶里程 5.8 万 km）。

2. 诊断与排除

经观察，空调压缩机及离合器工作正常。从储液干燥器视液镜观察，制冷剂没有气泡，也无波动迹象，初步诊断为制冷剂循环受阻。

进一步检查，发现在膨胀阀和接受器/干燥器管前后的管子上结露，怀疑是膨胀阀有故障导致制冷剂循环受阻。用歧管压力表测量，低压端压力出现真空，高压端压力极低，验证了制冷剂不循环的判断。

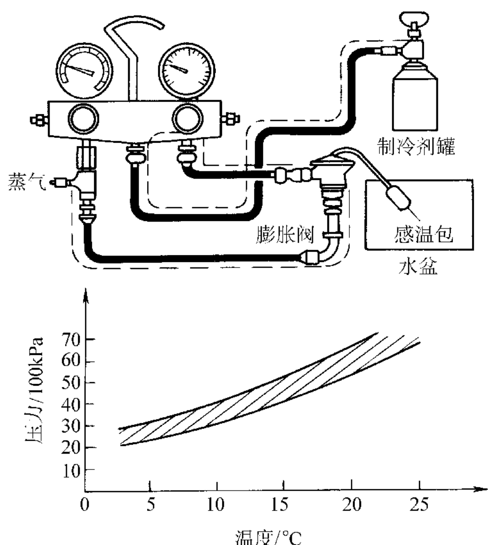


图 17-12　检查膨胀阀

将多用测量表与膨胀阀以及制冷剂罐连接起来，将膨胀阀的感温包浸入水温可调的容器中（如图 17-12 所示），关闭测量表高、低压端手动阀。打开高压端手动阀，并把高压侧压力调到 0.49MPa（相当于 $5kgf/cm^2$），读出低压量表读数的同时，用温度计测量水温，把两个实测值与图中所示的膨胀阀的压力与温度曲线进行比较（若交叉点在阴影区域，说明膨胀阀工作正常），测得值在阴影区外，显然该车膨胀阀已有堵塞迹象。

顺时针方向转动膨胀阀上的调整螺栓，减弱弹簧弹力使流量增大，但已调整无效，表明感温包已损坏。更换膨胀阀，故障排除。

注 意 事 项

膨胀阀的功用是将储液干燥器来的高压液态制冷剂转化成为低压、低温雾状制冷剂，然后进入蒸发器。它是重要热能转换部件，容易发生阻塞和结冰故障。

2.12 桑塔纳 2000GLi 轿车膨胀阀更换后，空调冷气不足

1. 故障现象

在一次空调故障检修中（该车行驶里程为 3.6 万 km），发现膨胀阀损坏，采购员就买来一只热力膨胀阀装上。经过使用，发现空调不正常，即冷气严重不足。

2. 诊断与排除

空调出现冷气严重不足的原因很多，其中主要原因可能有：

1）压缩机吸气压力过高，放气压力过低；

2）压缩机吸气和放气压力都异常低；

3）制冷剂严重不足；

4）膨胀阀有故障或不匹配；

5）冷却系统高压开关有故障；

6）温控开关失灵等。

根据分析，需要逐个检查。桑塔纳 2000GLi 轿车空调热力膨胀阀与普通桑塔纳轿车有所改动，由于制冷剂由 R—12 改用 R—134a，它们的热力学特性不同，因此热力膨胀阀的技术参数及结构材料也相应作了更改。具体改动项目如下：

1）开阀压力设定值不同；

2）内部材料有更改，由弹簧钢改用不锈钢；

3）进出液接头尺寸有改动，由英制改为米制螺纹；

4）O 形密封圈材质有改动；

5）节流装置已由原 F 型热力膨胀阀改为 H 型外平衡式热力膨胀阀，使蒸发器中的温度控制与整个系统匹配得更好。

首先检查换上的热力膨胀阀是否为 H 型外平衡式热力膨胀阀，打开发动机室盖进行检查，果真换上的热力膨胀阀是 F 型热力膨胀阀，问题可能就出在这里。

于是买来一支 H 型外平衡式热力膨胀阀换上，经过几天的使用试验，空调恢复原来的正常状态，故障排除。

注 意 事 项

从此故障可以提醒我们，在检修过程中，要充分了解所修机型的性能和结构原理，只有这样才不会出现或少出现失误。

2.13 富康轿车空调出风口没有冷气送出

1. 故障现象

驾驶人说，打开空调（行驶里程为 72300km），送出风口送出的只是常温空气，没有冷气，要求维修。

2. 诊断与排除

送出风口送出常温空气，证明空调系统不制冷。

起动发动机，打开空调开关，观察空调压缩机电磁离合器是否吸合工作。该车电磁离合器不吸合，进行以下内容的检查。

1）检查电磁离合器是否通电。经检查发动室左侧的 805 熔丝盒内的熔丝和继电器，情况良好，说明电磁离合器通电；

2）检查空调系统内制冷剂是否充足。将检修用的压力表接到低压管路上的修理口，测试其压力已达到 2MPa 以上，正常。也可从干燥器的视液镜判断制冷剂是否充足，如表 17-5 所示。

表 17-5　制冷剂的目视标准

制冷剂充填量	视液镜的状态 （A/C 开关 ON 以后 1min）	高压侧的压力条件（标准）
适量	（ON 后）（约 1min）	SD 压缩机的试样：大约未达 1.2MPa 时 TR 压缩机的试样：大约未达 2.0MPa 时
适量		SD 压缩机的试样：大约超过 1.2MPa 时 TR 压缩机的试样：大约超过 2.0MPa 时
过充填		
不足		SD 压缩机的试样：大约未达 1.2MPa 时 TR 压缩机的试样：大约未达 2.0MPa 时
		SD 压缩机的试样：大约超过 1.2MPa 时 TR 压缩机的试样：大约超过 2.0MPa 时

有气泡：气体和液体制冷剂混合的状态所产生的气泡。

透明：全部的制冷剂在液体状态呈透明状态。

白浊：冷冻润滑油和制冷剂在分离的状态下呈淡淡的乳白色。

有气泡且白浊：气体的制冷剂和已分离的冷冻润滑油混合在一起的状态下呈淡淡的乳白色并含气泡。

注意：上列项目是由视液镜目视的标准。由于外部条件的影响而造成由视液镜不易判断的场合也有。所以应同时确认高压侧的压力变化（过充填的话，压力会急剧地上升）。

该车空调系统的压力正常，从干燥器视液镜观察到的情况也良好。

3）拔下干燥器上的压力开关插头，作短接通电试验。短接后压缩机电磁离合器吸合，则证明压力开关损坏。

更换压力开关后试车，空调恢复制冷。

2.14　富康轿车添加制冷剂一个月后，空调不制冷

1. 故障现象

驾驶人说，该车（行驶里程为 218600km）曾在一个多月前添加过空调制冷剂，现在空调又不冷了。

2. 诊断与排除

经用复合式压力表在空调系统修理口检测，其压力只有 0.1MPa，说明空调系统有泄漏处。

检查空调系统是否泄漏及泄漏处，方法有：

1）真空表检测：如泄漏严重，对空调系统须重新抽真空时，可利用抽真空的复合式压力表进行检测。待真空度抽到0.5MPa左右时，关闭真空泵，停放5min。观察压力表指针所指的真空度有否回落。若有回落，证明空调系统有泄漏，应作进一步检查、排除；

2）充注氮气检测：用氧气瓶灌装的氮气向空调系统低压修理口注入氮气保持1MPa压力，然后用专用的检漏仪探头指向各管路接头处，在膨胀阀的接头处检漏仪发出鸣叫，说明此处为泄漏点；

3）如无检漏仪，可用肥皂水涂抹在各连接处，观察有否气泡产生。有气泡产生的部位则为漏气处。

经检查，空调低压管路有泄漏处。重新更换密封圈，再按规定力矩紧固后试验，该部位不再泄漏。

泄漏故障排除后，应重新加注制冷剂，如图17-13所示。其方法步骤如下：

1）将复合式压力表的低胶管（蓝色）各高压胶管（红色）分别接通空调系统的低、高压管接口。富康轿车有的空调系统只有一个低压接口，故高压管可以不接，但需关闭高压阀；

2）将复合式压力表的中央胶管（黄色）接通真空抽气泵，打开低压阀，进行抽真空工作；

3）当低压压力表的真空指针达到0.1MPa后，继续抽真空20min，以保证空调系统绝对真空；

4）关闭真空泵后保持5min，观察低压表指针所指的真空度有否回落。若有回落，表明空调系统有泄漏，应予检查排除；

5）确认无泄漏后，关闭低压阀门，使空调系统保持真空；

6）卸下复合压力表的中央胶管与真空泵的接口，改为与制冷剂罐上的开罐阀接通；

7）拧开制冷剂罐，使制冷剂流入复合压力表，并将中央胶管与复合压力表的接头稍稍旋松，排除管内空气；

8）起动发动机进行怠速运转，打开空调，使空调系统进入运转；

9）打开复合压力表的低压阀门，使制冷剂吸入空调系统。随着制冷剂逐渐吸入空调系统。随着制冷剂逐渐吸入增多，真空表指示的真空度也会逐渐回落。在灌注过程中，可摇动制冷剂罐加快灌注速度；

10）富康RG轿车空调系统的制冷剂容量为920mL，每小罐制冷剂的容量为290mL，故一般应灌3小罐。

当更换第二罐制冷剂时，应先关闭低压阀，待再次接通制冷罐后，再打开低压阀门。制冷剂灌注结束后，拆卸复

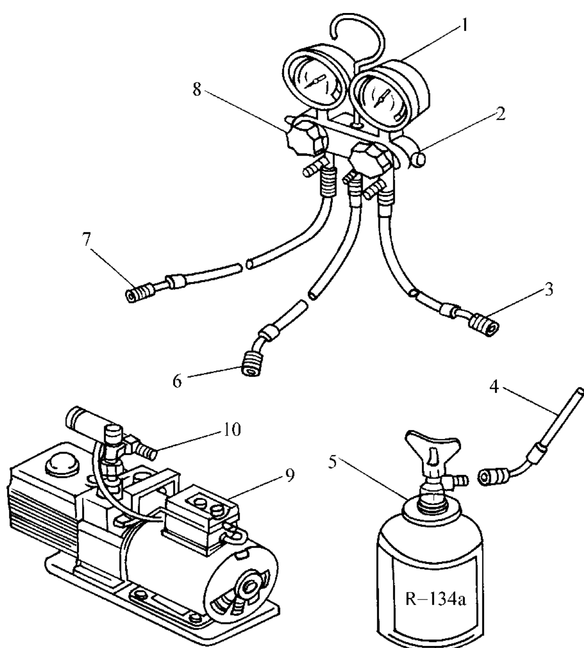


图17-13 制冷剂的加注

1—复合压力表 2—高压阀 3—高压胶管（红色） 4、10—接中央胶管 5—制冷剂开罐阀 6—中央胶管（黄色） 7—低压胶管（蓝色） 8—低压阀 9—真空泵

合压力表接头，在接口处涂些肥皂水，观察是否泄漏。

2.15　夏利 TJ7100 轿车空调无冷风输出，有“咔、咔”异响

1. 故障现象

驾驶人说，打开空调（行驶里程为 156300km），无冷风输出，开动空调开关时，听到有“咔、咔”异响。

2. 诊断与排除

压缩机处产生异响有两种原因：

1）一是双面斜盘式压缩机损坏。

2）二是电磁离合器损坏。

打开空调开关，目测压缩机，发现电磁离合器不能正常接合，致使压缩机时转时停（不正常的频繁转停）。压缩机由曲轴前端的双层传动带驱动，用手检查此传动带张紧度，正常传动带中部下沉量不超过 5mm 为合格。

此车电磁离合器有时接合，压缩机间隔旋转，表明压缩机部分无故障。电磁离合器电路控制部分也无故障。最可能的故障原因是电磁离合器接合机械部分打滑。决定拆下离合器检查并修理，刮去接头氧化层，然后拧紧，装合试验，电磁离合器仍有打滑现象，表明离合器性能衰减，修理不能排除故障，只有更换电磁离合器。更换电磁离合器后试车，故障排除。

注 意 事 项

夏利轿车由于本身动力有限，夏季长时间打开空调，极易造成空调系统超负荷工作，损坏电磁离合器，这是夏利轿车空调系统的常见故障。

2.16　切诺基越野汽车空调出风口不出风

1. 故障现象

打开空调后，出风口无风。

2. 诊断与排除

经检查发现，空调打开后鼓风机不转，同时发现鼓风机熔丝（25A）烧断。更换此熔丝后开空调，鼓风机运转，但几秒钟后该熔丝再次烧断。

将空调压缩机电磁离合器线圈插头拔下，开空调后鼓风机运转正常，也不再烧熔丝，但是当插上插头后，电磁离合器不吸合，而且熔丝又被烧断。

拔下离合器线圈插头，串接电流表，测得电流达 30A，由此判断烧熔丝可能是电磁离合器线圈内部短路引起的。如果就此更换电磁离合器，故障即可排除。不过在测试电流时，发觉离合器线圈到插头这段导线中间部位比较烫手，于是马上想到离合器线圈的保护二极管。剥开导线外皮，看到二极管表面被烧；拆下二极管后用万用表测量，结果二极管已被击穿。

该二极管与电磁离合器线圈并联（为压缩机线圈断电时产生的反向电动势提供回路，

对电路起保护作用)，当二极管击穿后电流迅速上升，直到烧坏25A的鼓风机熔丝。

将二极管更换后，故障排除。

2.17 丰田凯美瑞3.0轿车空调工作一段时间后，从出风口往外吹雾状冷气

1. 故障现象

该车打开空调开关后，制冷系统工作正常，有冷气从出风口吹出，但工作一段时间后，从出风口往外吹雾状冷气，感觉雾状冷气温度很低。将空调开关关闭，停一会儿再打开，制冷系统又可正常工作一段时间，接着又重复上述故障现象。

2. 诊断与排除

从故障现象分析，故障是低压管路结霜造成的。打开发动机室盖，观察发现低压管路管子上面有一层霜，关闭空调开关后停一会儿，霜就消失。将制冷系统压力表组接在高、低压测试口上，观察高、低压压力，均大于标准值。高压端标准值为1422～1471kPa，低压端标准值为147～196kPa。

空调系统的高、低压端压力均过高，低压管路结霜，造成这种故障的原因是膨胀阀失效。

拆下膨胀阀检查，无故障。

另一个控制制冷系统低压端温度的元件是蒸发器温度传感器。将其拆下，检查不同温度下蒸发器温度传感器电阻的变化。0℃时电阻值应为4.6～5.1kΩ；15℃时电阻值应为2.1～2.6kΩ。检测该车电阻值，始终为14kΩ，说明蒸发器温度传感器损坏。

更换蒸发器温度传感器，故障排除。

注 意 事 项

蒸发器温度传感器的作用是感觉蒸发器表面温度，防止其结霜。传感器损坏，其输入空调放大器的信号总表示蒸发器的表面温度在20℃左右，因此空调放大器控制压缩机连续工作，当温度达到0℃时，也不能得到控制，造成蒸发器表面结霜。风扇将部分结霜吹入风道，从出风口吹出，造成故障。当关闭空调开关后，结霜融化，再开空调开关时，从出风口吹出的冷气又正常，直至蒸发器再次结霜。

2.18 丰田雷克萨斯ES300轿车发动机冷却液温度因冷却风扇转速偏低而偏高

1. 故障现象

该车发动机冷却液温度偏高，检查时发现其电控液压冷却风扇转速始终很低。车辆行驶里程：100000km。

2. 诊断与排除

雷克萨斯ES300轿车采用了电控液压冷却风扇，它可根据冷却液温度、环境温度、发

动机转速、发动机负荷及空调工作情况来自动调节风扇的转速，使冷却液温度始终保持在 80～90℃的最佳范围内，既能满足发动机的冷却要求，又具有节能作用。

电控液压冷却风扇的工作原理如图 17-14 所示，它以液压起动机来驱动风扇，液压起动机以液压泵作为液压源，液压泵与动力转向泵（PS 泵）做成一体，都由 PS 泵传动带驱动。流过液压起动机的液压油，在流回动力转向泵油箱前，经滤清器除去杂质后，由液压油冷却器进行冷却。

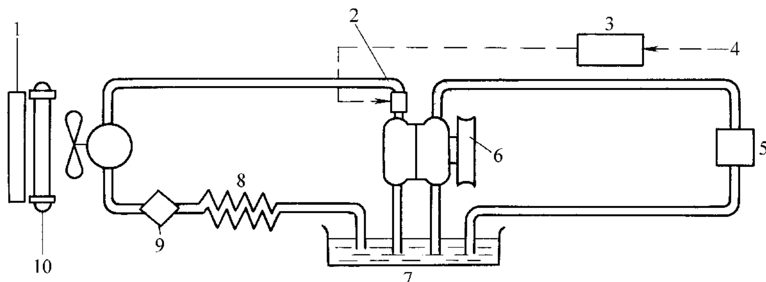


图 17-14　雷克萨斯 ES300 轿车电控液压冷却风扇工作原理图

1—空调散热器　2—电磁阀　3—冷却风扇 ECU　4—传感器信号　5—动力转向机
6—液压泵　7—储液罐　8—机油散热器　9—机油滤清器　10—发动机散热器

电磁阀的作用是调节从液压泵输送到液压起动机的油量，油量的多少决定了液压起动机转速的高低，而液压起动机直接驱动风扇，从而控制风扇的转速。

电磁阀的动作是冷却风扇电子控制单元（ECU）控制的，电子控制单元根据发动机冷却液温度、空调压力开关和节气门位置、发动机负荷以及发动机转速等信号，控制电磁阀的通电和断电时间，从而控制流到液压起动机的油量。在该控制电路中有一条线到自诊断接头的 OPT 端子，它与冷却液温度传感器并联，当用导线将 OPT 端子与 E1 端子跨接时，即相当于将冷却液温度传感器短接。正常情况下，液压风扇应高速旋转。

冷却风扇转速始终过低的主要原因有：

1）液压油不够；

2）液压泵压力过低；

3）液压起动机过度磨损过漏油；

4）滤清器或散热器堵塞；

5）电磁阀损坏，无法调节输入液压起动机的油量；

6）冷却液温度传感器信号不准确或断路；

7）电子控制元件损坏或控制电路出现故障，无法控制电磁阀的正常工作；

8）空调压力开关不正常。

根据上述分析，进行液压油面检查，具体检查方法如下：

1）将汽车保持水平；

2）短接检查连接器的 OPT 和 E1 端子；

3）起动发动机，并使发动机以 2000r/min 的转速平稳运转，直到液压油温度达到 70～90℃；

4）检查储液罐中的液压油，没有泡沫和乳化物；

5）检查动力转向泵油箱的液位，处于油尺的 MAX 与 MIN 标记之间（若液压油是热的，应在油箱“HOT”水平位置；若液压油是冷的，应在油箱“COLD”水平位置）；

6）在发动机正在运行时，测量液压油面的高度；

7）在发动机熄火后，测量液压油面的高度；

8）步骤 7）和步骤 6）的高度差值应不大于 5mm。而实际测量中，发现差值偏大，说明液压油不足，补充 ATF DEXRON Ⅱ号自动变速器油，故障排除。

2.19 丰田皇冠 2.8 轿车空调打开后，发动机会熄火

1. 故障现象

打开空调，发动机就会熄火。

2. 诊断与排除

当车辆发生上述故障现象时，一般是由于发动机的空调怠速提速装置调整不当或失灵造成的。

空调怠速提速装置的作用是打开空调的同时使发动机转速提高 100～200r/min，以补充空调压缩机所消耗的动力。如调整不当，会因动力不足而出现一些故障。若提速装置失灵，发动机会因转速太低而熄火。发动机提高转速所产生的动力与空调压缩机所消耗的动力成正比。提速装置有电磁阀和真空阀两种控制形式，与压缩机继电器同步，使节气门向流量大的方向偏转一个角度，增加发动机的进气量，从而提高了发动机的转速。

经对该车空调怠速提速装置重新进行调整后试车，打开空调后，发动机运转正常，不再熄火，故障得以排除。

2.20 丰田皇冠 2.8 轿车鼓风机开关打开后，从出风口间歇往外吹雾

1. 故障现象

这辆车的故障发生在夏季。驾驶人反映这几天开着空调行车时，有时从出风口往外吹烟雾，烟雾时大时小，有时越踩加速踏板，烟雾越大；有时猛踩一阵加速踏板后，烟雾减小。

2. 诊断与排除

该车刚到修理厂时，反复踩加速踏板也不见烟雾从出风口出来，于是先对制冷系统进行检查。经检查系统压力正常，无泄漏处。

开车上路试验，当车辆行驶了约 20km 后，有烟雾从出风口吹出，急忙停车检查。以前曾遇到轿车因蒸发器结霜从出风口往外吹雾气的实例，为证实是否是因结霜产生了雾气，就先将手放在风道口，试验烟雾的温度，感觉没有霜气那么凉。再检查制冷系统低压管路，温度正常，无结霜现象。关闭空调开关，打开鼓风机开关，仍有烟雾从出风口吹出，说明故障与制冷系统无关。

吹出来的是灰尘吗？如果是灰尘，那么它们从出风口吹出来有两种原因：一是外部灰尘进入车内，二是车内积压的灰尘，不可能时有时无。因此，可断定吹出来的不是灰尘。

吹出来的是水吗？若是水应该是水蒸气，怎么会是烟雾呢？这时想起冷却系统内加注的可能是冷却液。

打开散热器盖，发现冷却系统加注的果然是冷却液，冷却液液面已略有下降，分析烟雾是冷却液泄漏后被风扇从风道口吹出形成的。

冷却液从何处漏入风道呢？分析只有从暖风水箱漏入。暖风水箱引起泄漏的部位有：①暖风水箱进、出口管及接头；②暖风水箱。

不管是什么部位引起的泄漏，都需将暖风水箱拆下。暖风水箱的拆卸很麻烦，需拆下仪表板收录机、转向器、仪表板架等。足足费了三四个小时，才将暖风水箱拆下。经检查其进、出水管及接头无漏水处，暖风水箱也看不出来有泄漏处。将暖风水箱灌满水后加压，检查后发现有两处细小的泄漏处。将其焊好后，再加压试验，发现暖风水箱不泄漏了。将其装复后，打开空调开关、鼓风机开关，无烟雾从出风口吹出，驾驶人将车开走。

不到三天，驾驶人又将车开回，又有烟雾从出风口吹出。

分析故障原因还是暖风水箱泄漏，又费了好大劲将暖风水箱拆下。一试压，又发现三处泄漏。分析暖风水箱已腐蚀严重，有些地方虽暂时不漏，使用一段时间后又要出问题了，建议驾驶人更换暖风水箱。

更换暖风水箱后，故障排除。

2.21　丰田花冠轿车制冷系统压力屡次降低

1. 故障现象

驾驶人反映夏季时打开空调开关，制冷系统不工作，于是到一家修理厂维修，经检查制冷系统制冷剂不足，向系统内补充了制冷剂，当时试验制冷效果很好。三天后，制冷系统制冷效果变差，就又到那家修理厂检查，这次是因为制冷系统高、低压端压力低，用泄漏检测仪检测，系统不泄漏，以为是原来制冷剂充注不足，就又补充了制冷剂。谁知，三天后，制冷系统压力又下降了。

2. 诊断与排除

制冷系统压力屡次下降，肯定是由于制冷剂泄漏引起的，其他原因不可能引起系统压力降低。

在制冷系统的高、低端接上压力表组检测，高、低压力均低于标准值，结合驾驶人反映的情况，可判定系统有泄漏。用制冷剂检漏仪对制冷系统检漏。若系统有泄漏，检漏仪则鸣叫。将仪器的灵敏度旋钮调在低的位置，即日常检漏常用的位置上，检漏仪没有鸣叫；将仪器的灵敏度调至最高，再将检漏仪的探头依次放在各管接头处检测，当探头放在进、出驾驶室的高压管上停一段时间后，检漏仪发出鸣叫声，再将探头放在低压管上，检漏仪也发出鸣叫声，两处都鸣叫，分不清到底是哪根管泄漏。

既然此处的高、低压管接头均有泄漏的迹象，就将两个管接头均拆下，检查 O 形密封圈，没损坏。为安全起见，更换两个 O 形密封圈。对制冷系统抽真空，充制冷剂后，制冷系统可正常工作。将检漏仪探头再次放在进出驾驶室的高、低压管上停一会儿，检漏仪又发出鸣叫声。这是怎么回事？是此处管接头泄漏，还是其他地方泄漏的制冷剂来到了这里？

将检漏仪探头放在此处附近，检漏仪仍鸣叫，若放在远离此处的管接头上检测，检漏仪不鸣叫。分析可能是驾驶室内部泄漏引起的。

制冷系统由压缩机、冷凝器、干燥器、膨胀阀、压力开关、蒸发器等组成。在驾驶室内部是蒸发器及其连接管路，分析由于它们的泄漏引起了故障。

将蒸发器拆下，观察后发现蒸发器右下部有油污，可能是此处泄漏，加压试验果然如此。用铅焊将其焊好后，重新装复，对制冷系统抽真空，充制冷剂后，系统制冷正常，用检

漏仪放在制冷系统的任何部位检测，检漏仪均不鸣叫。该车至今运行了一年多，制冷系统再没发生过泄漏。

注 意 事 项

蒸发器装在驾驶室内部，极少发生泄漏，很多人检漏时将此处列为免检部位。虽然故障率低，但不表示不发生故障，在本故障的检测中，若开始时就拆下杂物箱下护板，用检漏仪检测一下，就很容易发现故障原因了。

2.22 丰田海狮轻型客车空调制冷效果差

1. 故障现象

试车制冷效果差，从出风口吹出的风不凉。

2. 诊断与排除

打开空调开关，用手摸制冷系统高压管的温度，正常。用手摸压缩机至蒸发器间的低压管，感觉较凉。接上制冷系统测试用压力表组，观察系统高压、低压压力值，均略低，于是就补充了一些制冷剂。手摸低压管，比原来凉，但从出风口吹出的风仍不凉。分析引起故障的原因有：蒸发器工作不良；室内有多余的热量进入风道。

蒸发器装在驾驶室内仪表板下，较难检查，先检查一下是否有外面热量进入室内，检查车辆底部，发现至暖风水箱的进水控制阀拉索已断开，控制阀处于打开状态。用手将控制阀关闭，等一会儿后，从出风口吹出的冷气比原来凉快多了。

在打开空调时，手动操纵柄应将暖风水箱的控制阀关闭，而该车控制阀拉索断开，控制阀处于打开状态，热水进入暖风水箱，引起风道内温度升高，从出风口吹出的风不凉。

2.23 丰田海狮轻型客车空调制冷不足

1. 故障现象

开空调后压缩机不停机，制冷效果很差。

2. 诊断与排除

试车开空调后确如驾驶人所说，冷气不足，而且压缩机一直工作不停机。

询问驾驶人故障出现多长时间，平时如何使用空调的，得知此故障已有两年多，曾去修理厂检查多次，不见效果。平时只能打开空调十几分钟，再人为关闭空调，为的是不让压缩机超负荷工作。

根据现象和了解的情况，感觉问题很棘手。空调不制冷属硬故障，而制冷效果差属软故障，一般来讲，软故障要比硬故障难处理，因为它涉及的方面太多，要检查的部位也就多，下面几个部件均有故障可能：

1）制冷剂的数量——量大、量小都将影响蒸发器的冷热交换；

2）压缩机——功率不足或漏液都将使系统循环不好，高、低压差小；

3）干燥器——长期使用，效果变差，系统中存在水分，易造成管路及膨胀阀阻堵；

4）膨胀阀——脏堵或冰堵将直接影响蒸发器的热交换；

5）冷凝器——内部局域堵塞或外部过脏，都将影响系统散热效果；

6）冷却风扇——不工作或只有低速，也将影响系统散热效果；

7）风门、风道——风门转换不到位，风道漏气，同样会使冷气不足；

8）蒸发器——内部脏堵将影响室内的冷热交换。

9）温控器——它是一个负温度系数电阻，随温度变化而改变电阻值大小，它将控制压缩机的工作。若电阻值偏差较大，也将影响压缩机工作时间的长短。

放掉原制冷剂，重新抽真空注入适当制冷剂，并检查高、低压状况。从高压表看到高压稍偏低，低压基本正常。从干燥器的视液镜中看，也没发现气泡。用手感觉高低压管温差，比原先有所增大，基本上可以认为系统正常，压缩机功率有所不足，检查冷凝器，较新，没有过脏和散热不良现象。经检查冷却风扇工作正常。拔下温控器插头，测量其电阻为 3kΩ 左右，相当于蒸发器出口温度 14℃左右。

按正常情况，蒸发器出口温度应在 6～10℃之间变化。随后又检查了风门及风道情况，均没发现问题。除了蒸发器及压缩机外，其他部件都做了认真检查，没有发现问题。要想彻底解决问题，有必要更换压缩机或蒸发器，但价格昂贵，驾驶人不同意更换，希望我们在此基础上想办法，只要能维持现在的室内温度（出风口温度 14℃，室内温度为 18～20℃）就行。这个要求并不过分，但对于我们来说，却感到很困难，这是因为设计时就已经将温控传感器的阀值（即压缩机工作值）确定，即使更换此传感器，也是同样效果。但如果人为使传感器的电阻值增大或减小，那么它的阀值不也就可以改变吗？有了这个思路，就有了解决的办法。我们将温控传感器的两根线上切断，往一根上串接一个电位器，不断调节电位器的阻值，查看并随时记录出风口的温度。当压缩机可以停机时，停止调节电位器，经过几十秒后压缩机又起动。经几次试验调整后，确定电位器的电阻值。随后选用一个同电阻值的电阻，串接在此线上。改造工作顺利完成，此时的出风口温度控制在 13～15℃之间，虽然比标准控制温度高一些，但还是让人感到比较舒适。改动后的作用主要是压缩机可以正常有序的工作。驾驶人少花了钱，也感到满意。

注 意 事 项

在以后的工作中，碰到过许多这样的情况，由于系统和部件的原因，冷气不足，又不想换件，上述方法可作为弥补措施来解决压缩机的工作问题。

在传感器上串联电阻，是做了轻度温度控制，如果在传感器上并联电阻，就会做深度温度控制（即室内温度更冷时，压缩机才停机）。

如果空调温控系统失控又无法修复或买到新件时，也可考虑用定时控制方法来解决。我们曾为一台日产客货车做过一次用定时器代替温控器工作的改动。市场上有卖家用电冰箱定时控制器的，可将此控制器稍做改动，使其能 1min 工作 1min 停止（开启——关闭时间可调），来控制压缩机继电器按人为调整的时间来控制工作，同样可以达到控制室内冷气的目的。以上方法仅供维修时参考。

2.24 丰田20R轻型客车空调不制冷

1. 故障现象

冬天停放五个月（行驶200000km），到春季启用时发现空调制冷量不足，即空调系统虽有风，但无凉风。

2. 诊断与排除

空调制冷量严重不足的主要原因有：

1）压缩机电磁离合器无电源或线圈烧坏；

2）电磁离合器开关损坏；

3）制冷剂不足或有泄漏处；

4）压缩机传动带过松；

5）蒸发器和储液干燥器堵塞；

6）膨胀阀堵塞或有故障；

7）制冷系混入空气；

8）冷凝器散热不良。

对制冷系统一般采取“一看二听三摸”的方法。首先起动发动机，打开压缩机电磁离合器开关，结果没有听到电磁离合器的吸合声。用万用表检测电磁离合器的供电电压，结果没有供电电源。继续查找，发现熔丝熔断，换上合格的熔丝，再进行起动试验，结果故障依旧。看来该故障不仅仅是电气故障，还有机械故障，于是，进行观察，发现低压管路表面无结霜，冷凝器下面有湿迹，从视液镜观察，看到制冷剂中有大量气泡，说明该系统制冷剂不足。

为了进一步确定是制冷剂不足，又拧开斯拉德尔阀防尘帽，用手指顶压斯拉德尔阀中心触针试探，结果高低压阀均无制冷剂喷出，从而证明故障原因就是制冷剂不足。可是，制冷剂为何会缺少呢？由于制冷剂前几天还是充足的，制冷系统是在外界隔绝密封良好的真空状态下循环工作的，所以，制冷剂不足的原因肯定是有泄漏处。

注入少量制冷剂来提高系统压力找出泄漏点，结果发现冷凝器下边往外渗漏制冷剂，但不太严重。由于停放时间过长，所以缺少量也很多，于是将冷凝器拆卸下来，进行焊修，并进行打压试验，最后确认无漏气后，装回原车，注入足量的制冷剂，进行着车试验，故障排除。

2.25 本田雅阁2.2轿车空调鼓风机不工作

1. 故障现象

打开鼓风机开关，没有风从出风口吹出。

2. 诊断与排除

首先，检查鼓风机熔丝，正常。再拔下鼓风机线束连接器，打开鼓风机开关，用万用表测量连接器两端子之间的电压，正常情况下，两端子间应有12V电压，而该车却没有电压。

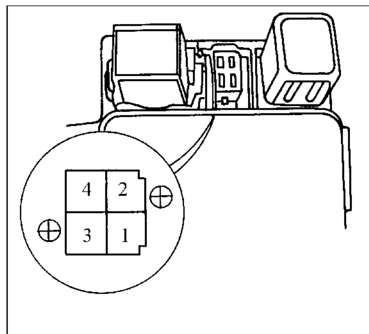


图17-15 本田雅阁轿车鼓风机继电器的位置

再从仪表板上拆下鼓风机继电器（如图17-15所

示)，经检查继电器线圈正常。用万用表测量继电器插座端子电压，当点火开关在“ON”位置时，端子 2 和端子 3 之间应有 12V 电压，端子 4 应与接地导通，端子 1 应与鼓风机电源黄/黑线端子接通。经检查 1、2、3 端子均正常，而端子 4 却不导通，因此，此段线路有故障。

用针刺破鼓风机线束连接器附近的黄/黑线，用万用表测得其与继电器插座端子 4 不导通，说明此点与连接器间有断路处，经检查黄/黑线在紧贴连接器处断路。

将此处用电烙铁焊接好后，故障排除。

2.26　日产公爵轿车空调打开时，散热器风扇不转

1. 故障现象

空调打开时，散热器风扇不转。

2. 诊断与排除

自动空调的电路接线及电脑连接插座端子布置如图 17-16 所示。针对该车的上述故障，首先检查风扇电动机电源接线是否有电。其检查方法是：若在送风档（AUTO）不转，而在低档（LO）或高档（HI）转动，表示电源正常供，否则需拆下仪表、底部盖板和挡泥板边盖后，直接检查风扇电动机。风扇开关在送风档和低档时，风扇不转，但按高档时风扇能转，说明此时控制单元的接头 20 与接地导通，使高档空调继电器工作，同时也表明了风扇电动机正常。

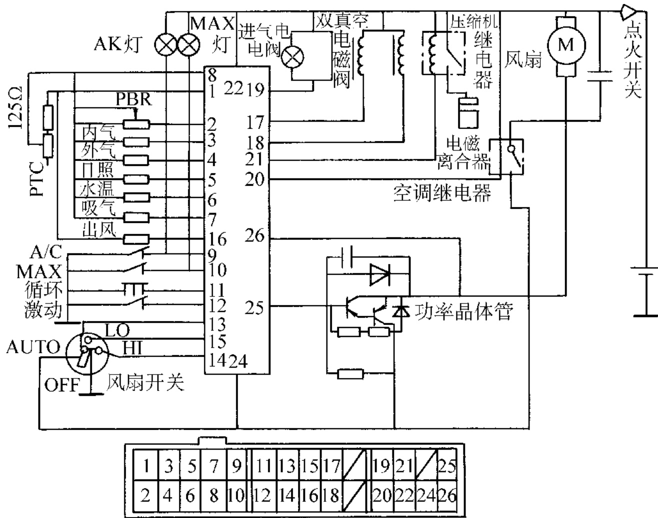


图 17-16　日产公爵轿车空调系统接线及电脑端子布置图

下一步就需检查控制单元和功率晶体管。其方法是：可先在改变温控电阻（PIC）时，测量控制单元接头 25 的输出电压。如随控制电阻的变化，输出电压也变化，则故障出在动力功率晶体管。若控制电阻变化接头 25 的输出不变，或完全没有电压时，故障可能出在线束或线接头断路。也可能出在控制单元内部。一般情况下，控制单元内部故障出现较少，问题多出在接线不良或功率晶体管上。功率晶体管出现不良好，需测定风扇电动机的电流消耗。即使高档位风扇正常，但因风扇电动机不良（轴承损伤等），使电动机电流消耗异常，而损坏功率晶体管。为了使新更换的功率晶体管不致再被烧坏，要事先对电动机的运行进行检查。相反，如果高档时风扇不转，而在送风和低档时风扇能转，则故障出在高档继电器上。

2.27　日产公爵轿车空调工作时，只有冷风送出，温度调整无效

1. 故障现象

当空调工作时只有冷风送出，温度调整无效。

2. 诊断与排除

根据该车的上述故障现象，应先检查温控电阻（PTC）或电位差计平衡电阻（PBR）变化时，动力执行机构及其风量是否有变化。如果风量没有变化，可进一步测量输入控制单元的 PBR 信号和 PTC 信号是否在标准电阻值内（如图 17-17 和图 17-18 所示）。

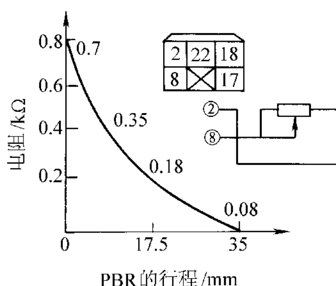


图 17-17 PBR 信号测量

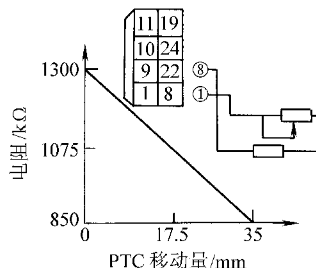


图 17-18 PTC 信号测量

若与标准值相差很大时，故障在连接线束和信号发生装置（PBR 和 PTC）本身；若与标准电阻值相近，则故障出在控制单元本身。

若 PTC 或 PBR 插头脱落或断路，会导致输入控制单元的电阻信号增加，造成判断失误，只供冷风，电位差计平衡电阻常见故障为滑动接点动作不良、磨损或接触不良。如果温控电阻（PTC）或电位差计电阻（PBR）变化时风量有变化，但执行机构不起作用（固定在全开或全关位置），这时，先测量接头 22 和 17 间以及接头 22 和 18 间的电压（见图 2-34）。若 22 和 17 间（冷侧）无电压；22 和 18 间（热侧）有电压时为 DSW 阀故障，真空端和动力执行机构这一侧形成了连通状态。

按以上方法检修后，该车的故障得以排除。

2.28 日产蓝鸟 U13 轿车打开空调后，发动机冷却液温度偏高

1. 故障现象

车辆高速行驶时，发动机冷却液温度偏高，如果打开空调，发动机冷却液温度会更加高。但是在怠速的时候，冷却液温度正常，而且不管开空调还是不开空调，一样正常。在行驶时“CHICK ENGINE”灯偶尔会闪几下，里程表指针偶尔也会动一下。

2. 诊断与排除

用自诊断方法去调取故障码，“CHICK ENGINE”灯显示 55 号代码，系统正常。

经仔细检查发现，电子散热风扇在车辆高速行驶时，高速档运转较慢。

检查车速传感器的好坏和车速传感器的线路与插头接触是否良好。检查仪表板的机械里程表，发现后面的 2/S 磁场切割盘粘上较厚的灰尘。

把灰尘清洁干净，故障排除。

2.29 三菱帕杰罗 V32 越野车空调系统鼓风机风力不正常

1. 故障现象

该车空调鼓风机第 1、2、3 档风力都比正常时小，且第 2 档和第 3 档风力差别不大，第

4 档正常。

2. 诊断与排除

因为第 4 档风力正常，说明电路中熔丝和鼓风机工作正常。该车空调鼓风机是由点火开关上的端子 75 经过 17 号熔丝供电，然后串联鼓风机变速电阻中不同电阻值的电阻，最后经鼓风机控制开关的滑动触点后接地构成回路的。

由于第 1、2、3 档风力不正常，所以分析可能是鼓风机变速电阻或鼓风机控制开关有问题。将原变速电阻的插头拔下后插上一个新的变速电阻试验，故障仍未排除。这样就可以判断出故障部位是在鼓风机控制开关。由于第 1、2、3 档使用频繁，滑动触点磨损严重，导致接触不良。因接触电阻过大，致使第 1、2、3 档风力减小。

更换鼓风机控制开关后，故障排除。

2.30　三菱帕杰罗 V32 越野车空调系统出风口吹出冷气不太凉

1. 故障现象

该车前段时间空调制冷效果很好，而近段时间从出风口吹出的冷气不太凉。该车使用的是 R—134a 制冷剂。

2. 诊断与排除

空调系统的制冷效果在短时间内由好到坏，常见的原因是：压缩机传动带松动，制冷剂泄漏，空调管路变形，储液干燥器堵塞等。

经检查压缩机传动带正常，空调管路无变形处，再通过视液镜观察制冷剂数量：在空调系统工作时，视液镜内无气泡；关闭空调开关后，制冷剂先呈泡沫状，然后保持透明，说明制冷剂数量合适。

再用手摸空调管路，感觉冷凝器出口高压管的温度比正常情况下高，这说明冷凝器散热不良。观察发现冷凝器前下部有好多油污，用清洗剂将其清洗干净，再摸冷凝器出口温度，明显下降，从出风口吹出来的风也很凉。

在维修中，靠耳听手摸来判断故障，有时很方便又很实用。

2.31　现代索纳塔轿车空调压缩机离合器常分离或常接合

1. 故障现象

空调压缩机离合器常分离或常接合。

2. 诊断与排除

该车空调系统，由压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器、干燥过滤器、五根输液管、安全阀、高低压继电器、高低压检测阀及减振器等组成。

压缩机将低压制冷剂（气态）压入高压侧，通过减振器经 1 号管后流入冷凝器放热液化；再通过 2 号管输送到毛细管（压装在 3 号管内）的入口端，经其节流喷射，膨胀汽化，流入蒸发器吸热，然后经干燥过滤器回到压缩机，完成制冷循环。

干燥过滤器除负责干燥系统中的水分和过滤污物外，还设有低压继电器，它与设在 2 号管中的高压继电器一样，都是用来根据系统压力变化自动切断和接通压缩机电磁离合器电路，以保护系统正常工作。压缩机上装有安装阀，当压缩机排气压力超过允许值时，阀门开启泄压，以保证压缩机的安全。

空调系统中有高、低压两个继电器。低压继电器设在干燥过滤器上，其作用是当干燥过滤器内的压力降到一定值时，自动切断电磁离合器电路，停止压缩机工作；当压力上升到一定值时，又自动接通电路，使压缩机工作。高压继电器设在 2 号高压管中的靠近冷凝器一端，其作用是当高压管内压力升到一定值时，自动切断电磁离合器电路，停止压缩机工作；当压力降到一定值时又自动接通电路，使压缩机正常工作。

经检查，发现压力继电器失灵，造成电磁离合器常分离或常接合。

更换压力继电器后，故障排除。但压力继电器一般不单独供应，要同时更换干燥过滤器或 2 号管。

2.32 大宇超级沙龙轿车空调不制冷

1. 故障现象

车主称该车空调不制冷，曾更换熔丝盒内 10A 熔丝 F15（控制空调压缩机离合器），打开点火开关及空调风量开关，鼓风机运转正常，但打开制冷开关熔丝又被烧断，空调根本不能使用。

2. 诊断与排除

从车主反映的故障现象和修理过程来看，仅更换 F15 熔丝无用。初步判断空调压缩机离合器电路或冷却液温度开关控制有接地故障，因为接地才引起熔丝烧损。

先检查压缩机离合器和冷却液温度开关性能。

1）用万用表电阻档测得压缩机离合器线圈电阻为 3.5Ω，正常（规定值 3.6～3.2Ω）。

2）换上新熔丝，拔掉冷却液温度开关插头，打开点火开关，再打开制冷开关，熔丝 F15 再次被烧断，说明接地故障不在冷却液温度开关及其电路中。

分析故障可能发生在压缩机离合器的控制电路（如图 17-19 所示）及电器中。

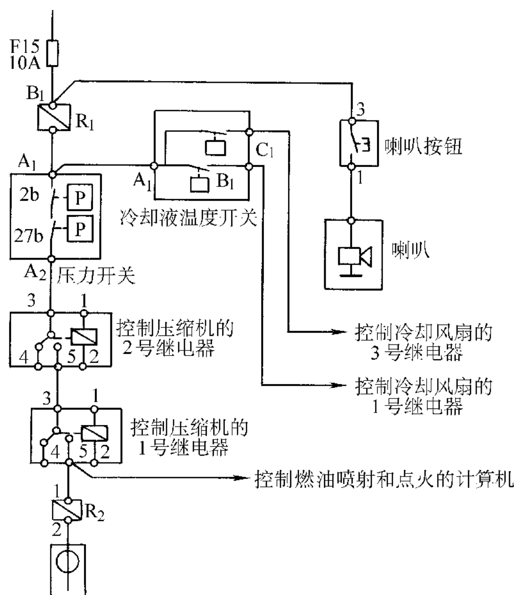


图 17-19 压缩机离合器控制电路

1）采用隔离法检查 1 号、2 号继电器，未发现故障；

2）拔开插接件 R_1 和 R_2，清洁插接件，装合后开启空调开关，故障依旧，离合器仍不吸合。

3）用万用表检查插接件 R_1 的 B 端、压力开关 A_1 端和 A_2 端、2 号继电器的 3 端子和 5 端子、1 号继电器 3 端子和 5 端子对接地线的绝缘情况，发现 1 号继电器 5 端子和接地线相通。

对 1 号继电器的第 5 端子和插接件 R_2 的接线端 1 间进行认真检查，发现导线中间被前散热器固定螺栓夹住，拧松固定螺栓，发现导线已被夹断，显然此处导线已和机件接地。

更换此根导线并紧固后，打开空调开关，空调压缩机运转并输出冷气，故障排除。

2.33　福特天霸轿车空调开启后，发动机怠速不能提高

1. 故障现象

发动机怠速转速偏高且运转不稳。但一开空调，发动机转速急降，且严重抖动，经常熄火，完全不能正常使用空调。

2. 诊断与排除

这辆轿车空调提速、冷车快怠速等均是由发动机 ECU 直接控制怠速控制阀，调节进气量来完成。所以，车主反映空调不能提速，分析判断可能还是怠速控制阀自身有问题。

起动发动机，当不开空调时，发动机怠速转速已经在 1050～1200r/min 之间；而打开空调后，发动机怠速转速反而降至 600r/min；发动机热车后，怠速转速高达 1200r/min。上述现象说明发动机实际没有怠速工况。开空调后，发动机转速下降，也进一步说明怠速控制阀没有工作，没有增加进气量，所以判断需检修怠速控制阀。

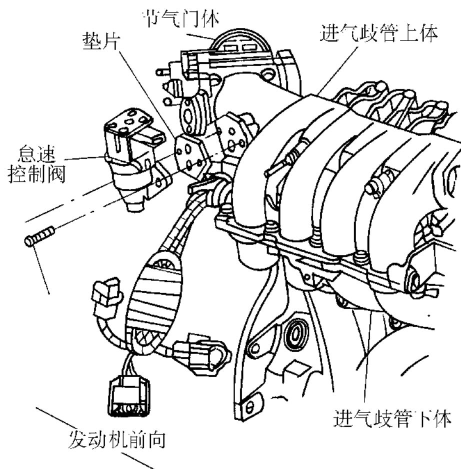


图 17-20　福特天霸轿车怠速控制阀的位置

拆下怠速控制阀（如图 17-20 所示）后，发现怠速控制阀下端进气橡胶管被人为用螺栓堵死。由于螺栓过紧无法取出，只好清洗怠速控制阀后，重新配了一根橡胶管装复，装好试车，发动机怠速降至 870r/min，平稳正常。打开空调，发动机转速瞬间稍降即升，固定在 980r/min 左右。发动机运转平稳，故障得以排除。

2.34　通用凯迪拉克轿车空调不制冷

1. 故障现象

该车故障指示灯总亮，空调不制冷。

2. 诊断与排除

该车已在别处修过多次，每次来时用电脑测试均无故障码，所以认为是偶然故障，复位后车开走了，但不久后灯又亮，这次空调也不制冷。

换上电脑后出去路试，发现当冷却液温度达 137℃且两个风扇均运转时，温度仍往上升。在路边停一会儿，用手摸散热器水箱温度不高，观察冷却液储液罐（副水箱）有水，打开散热器水箱发现无水，加满水后一切正常，回厂后将水换成冷却液。

该车因冷却液储液罐（副水箱）盖丢失而用布将罐口堵死，造成散热器水箱缺水却不易看出来，散热器因缺水散热不好导致空调不好用。

2.35　通用鲁米娜 MPV 空调工作不正常

1. 故障现象

当接通空调时，发动机怠速运转时工作正常且空调系统良好，但在加速时，转速不但不能提高，反而会熄火，同时发动机故障指示灯也开始闪烁。关闭空调后继续发动机运转，情

况有明显好转，工作基本正常。该车曾在其他修理厂多次检修，但故障仍旧存在。

2. 诊断与排除

对于这种故障应从以下两点进行分析：

1）该车在不开空调运转时，发动机工作基本正常，表明发动机本身的机械部分不存在故障。而在开空调后运转时，由于增加了发动机的负荷，因此要求发动机能够相应地增加动力。即：通过增加喷油量来保证发动机在增加负荷时能正常工作。

2）由于发动机在怠速时空调系统工作正常，因此也可以排除空调制冷系统本身的故障。

经过分析后可以判断出故障的范围应在发动机加速系统的电控部分中。在点火开关接通的情况下，跨接电脑诊断插座的 A、B 孔进行人工调码。显示的故障码为 12、14、43。其故障码含义分别为：12，无转速信号；14，冷却液温度传感器信号电压过低或过高；43，爆燃传感器信号不良。

由于发动机在不开空调时能够顺利发动且运转基本正常，因此，故障码 12 所代表的故障就可忽略不计，这种故障的出现主要是因为车辆是在停驶的状态下检测的，所以检测不到转速信号也是正常的，这样故障码 12 即为空码，清除后即可。

在对冷却液温度传感器进行检测时，发现在改变冷却液温度传感器温度的情况下其电阻值固定在 400 ~ 848Ω 附近不动（冷却液温度传感器的温度与电阻间的对应数值如表 17-6 所示），表明冷却液温度传感器已损坏。而检查爆燃传感器技术状态和导线连接均良好，清码后故障码 43 清除。表明其故障的产生是由于开空调加速时，发动机转速不能随之提高而产生的爆燃。

表 17-6　冷却液温度传感器温度与电阻数值对应表

温度/℃	100	70	38	20	4	−7	−18
电阻值	185Ω	450Ω	1. 8kΩ	3. 4kΩ	7. 5kΩ	13. 5kΩ	25kΩ

更换冷却液温度传感器后重新发动试验，发动机在开、闭空调的情况下各种工况均良好，故障排除。

注 意 事 项

通过以上的诊断和排除过程可以看出：该故障是由于冷却液温度传感器失效后其提供给电脑的信号数值成为一个恒定值，这样，电脑便以这个恒定值为基数来控制喷油器的喷油量。当发动机在增加负荷时，喷油器的喷油量却不能随节气门开度的增大而增加，导致工作不正常。而在怠速或关闭空调的情况下，发动机则能维持在一个较正常的范围内工作。

2. 36　通用鲁米娜 MPV 空调开启时，冷却风扇有时不转

1. 故障现象

该车开空调时，有时发动机温度升高很快，经检查是冷却风扇不转。

2. 诊断与排除

本故障应从风扇继电器开始检查。风扇继电器如图 17-21 所示，端子含义如下：

87：接起动机端，应有 12V 电压；

30：接冷却风扇端子，为风扇电机的供电端；

85：接点火开关端子，当点火开关在 ON 位置时，应有 12V 电压；

86：接继电器线圈控制线端子，在冷却液温度过高或开空调时，此端子应接地。

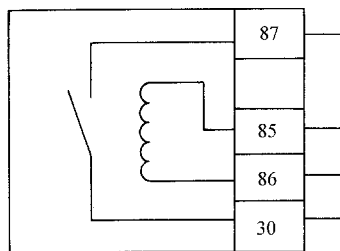


图 17-21　雪佛兰鲁米娜风扇继电器端子图

在故障出现时，起动发动机，用万用表在线测量风扇继电器各端子，端子 85 与 86 间有 12V 电压，正常；端子 87 与接地间有 12V 电压；端子 30 与接地间也有 12V 电压，一切均正常。

就车检查冷却风扇电动机及其线路。冷却风扇电动机上有两根线，黑线为接地线，用万用表测量此线与接地间电阻为 0，正常；黑/红线与风扇继电器端子 30 相连，用万用表测量从风扇至继电器间线路电阻为 0，正常。将蓄电池正、负极直接接至冷却风扇电动机插头上，风扇转动，说明电动机正常。

冷却风扇继电器的 12V 电压加至风扇电动机，风扇不转动，而从蓄电池直接引电至风扇电动机，风扇却转动，说明故障还在风扇继电器本身。分析故障的原因有：

1）继电器线圈损坏，其吸拉触点的吸力不足；

2）继电器触点烧蚀；

3）继电器插座烧蚀。

经检查，继电器插座良好。将继电器盖打开，发现触点有烧蚀。更换风扇继电器后，再打开空调开关，冷却风扇也能转动。

虽然风扇继电器和蓄电池均是把 12V 电加至风扇电动机电源线，但由于风扇继电器触点烧蚀，所以通至风扇电动机的电流减小，风扇电动机不能正常工作。

2.37　1993 款雪佛兰 MPV 冷却液温度过高，风扇运转不正常

1. 故障现象

冷却液温度过高，风扇运转不正常（主风扇不转，副风扇常转）。

2. 诊断与排除

空调系统风扇运转不正常有两种情况：一种是风扇不转；另一种是风扇常转。正常时，如不开空调，主风扇一般在 90 ~ 103℃ 开始工作，副风扇在 110℃ 左右开始工作。风扇常转的故障多半是继电器触点烧结或高压开关接触不良所引起的；风扇不转的故障从实践看，继电器烧蚀，风扇电动机故障及插头接触不良的故障率较高。

直接将高压开关插头拔掉，发现主风扇仍然不转，而副风扇能正常转动；检查主风扇电动机继电器端子情况良好；直接给主风扇电动机通电（用故障诊断仪代替空调 ECM 向主风扇电动机发工作信号，也可以直接接蓄电池正负极），主风扇仍不转，说明主风扇电动机或线路有故障；检查主风扇电动机线路，线路良好。

更换主风扇电动机后，主风扇不转，故障排除。

注 意 事 项

副风扇电动机常转，说明副风扇电动机及线路无故障。检查副风扇电动机继电器，无论是否给继电器线圈两端子间施加电压，触点两端子之间始终导通（正常时应为不加电时断开，加电时导通），从而说明副风扇电动机继电器触点已经烧结，更换副风扇电动机继电器后，副风扇常转故障排除。

2.38 通用别克轿车压缩机离合器吸合正常，但鼓风机只有高速而无低速

1. 故障现象

打开空调和风机开关后，空调离合器吸合正常，但鼓风机只有高速而无低速。

2. 诊断与排除

该故障为鼓风机调速不良。鼓风机调速不良的常见现象有：鼓风机不转、鼓风机有低速而无高速、鼓风机只有高速而无低速。

鼓风机不转的故障应检查位于鼓风机右侧的鼓风机继电器、鼓风电动机本身和相关线路；鼓风电动机只有低速而无高速，则多为鼓风机继电器故障；鼓风电动机只有高速而无低速一般为调速电阻损坏（C60 型空调风机调速靠鼓风机电阻，CJ4 型靠鼓风机控制模块）。还有一种情况是风机控制开关损坏，一般是缺少一档或几档风速。

根据以上分析，首先直接检查调速电阻的输入和输出，发现进入鼓风机调速电阻的电压信号都有，而鼓风机调速电阻输出的电压却没有改变，因此可以断定是鼓风机电阻器损坏。

故障排除：更换鼓风机调速电阻后故障排除。

2.39 林肯城市轿车空调压缩机传动带盘轴承经常烧毁

1. 故障现象

该车空调压缩机的传动带盘轴承经常烧毁。

2. 诊断与排除

将车升起，用手试着转动空调压缩机，感觉略有阻力但属正常。

起动发动机，开启空调，制冷效果也不错，压缩机本身正常。

拆下空调压缩机离合器片、传动带盘和电磁线圈等逐一检查，未发现异常。再装车试验，发现离合器吸合声音异常，好像打滑似的。

更换压缩机离合器后吸合声音清脆，没有异常。装车后试了一段时间，轴承再也不烧毁了。

2.40 克莱斯勒道奇 MPV 空调打开后，常感到功率不够

1. 故障现象

车主反映，在炎热季节打开空调，常感到功率不够，后经修理仍未能彻底根治。

2. 诊断与排除

发动机起动后，将制冷档及风扇风量均打到最强档。数分钟后，检查各风道出风口，风量强劲。

从观察孔观察，制冷剂容量符合标准。出风口冷气温度在一般情况下应符合 4 ~ 7℃ 的标准。在阳光（高温）下，故障车内仍感温度过高。

用专用的空调压力表检测压缩机高低压力。高压端明显低于标准值，且长时间运转无较大变化。初步诊断为压缩机内部工作不良。

查阅资料得知，该车的空调系统装配了日本三电公司生产的新型渐开线式涡旋高速 TRF105 型压缩机。

更换新压缩机后，故障排除。

2.41　奥迪 100 轿车发动机温度超过 118℃时，空调不制冷

1. 故障现象

当发动机温度超过 118℃时，空调不制冷。

2. 诊断与排除

从奥迪 100 轿车空调控制电路可以看出，当发动机缸体温度超过 118℃时，过热报警开关便通过其内部的热敏感应片将报警线的触点与缸体相接，使报警灯回路闭合而闪烁。但当此时起动空调装置却不能进行制冷。

原来该车发动机温度过高时，为了不再增加发动机的负荷，由空调控制继电器 J153 将电磁离合器的电源切断。因为压缩机的运转要消耗掉发动机功率的 10% ~ 50%。所以当空调继电器接收到来自缸体过热报警开关的接地信号后，便由空调继电器内部晶体管线路作用，使到电磁离合器的触点断开，从而使空调装置不能工作。

因此，在进行空调修理时，应注意检查离合器不吸合是否由报警开关所致。

2.42　奥迪轿车蓄电池充电后，空调不工作

1. 故障现象

驾驶人反映蓄电池充电后，打开空调时，显示面板无反应。

2. 诊断与排除

根据上述故障现象，首先检查熔丝盒中 S11 熔丝，正常。然后用故障诊断仪 V. A. G1551 查询故障码，发现故障诊断仪 V. A. G1551 无法进入电脑中，不能读取故障码，因而怀疑电脑的供电线路有故障。

把电脑（在操作面板后）拆卸下来，后面连有四个分插头，分别为 D（16 端子）、A（12 端子）、B（20 端子）、C（16 端子）。测量 A/12（接地）和 C/13（中央继电器端子 30）之间电压，结果为 12. 7V，说明供给电脑的电压正常。

于是把电脑分解，发现与 C/13 相连的线路被烧断，所以电流无法进入电脑。重新焊接后，空调工作良好，故障排除。

究其原因，由于蓄电池严重亏电，在没有拆下正负极接线柱的情况下充电，充电电流过大，导致电脑中的线路被烧断，从而造成轿车无空调的故障。

2.43 奥迪100轿车压缩机不运转，拔掉冷却液温度传感器插头后正常

1. 故障现象

空调系统压力正常，但压缩机不运转，拔掉冷却液温度传感器插头后，压缩机运转正常。

2. 诊断与排除

根据该车的上述故障现象，经初步诊断为冷却液温度传感器失效，需更换。其故障与冷却液温度传感器的结构及工作原理有关。

冷却液温度传感器与冷却液过热报警开关组合在一起构成一个元件（结构如图17-22所示）装在发动机上水管的下方（五缸机在上方）。

冷却液温度传感器中的热敏电阻是由一种具有负温度系数的半导体材料制成的。所谓负温度系数，是指热敏电阻的输出电阻值随温度的升高而下降。冷却液过热报警开关是由熔点低、膨胀系数很大的合金制成的。当它的受热温度超过（120±4)℃时将由固体变成液体，且体积增大，于是推动顶杆使触点闭合。

当冷却液温度升高到120℃左右，冷却液过热报警开关闭合，冷却液温度报警灯电路构成回路（如图17-23所示），该灯闪烁。同时冷却液报警开关接地信号传递到空调继电器，切断空调压缩机，以降低发动机的负荷而使冷却液温度降低，从而避免发动机过热。

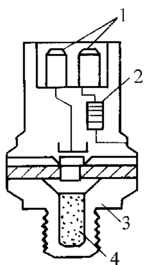


图17-22 冷却液报警组合开关
1—接线插头 2—圆点热敏电阻
3—壳体 4—低熔点合金

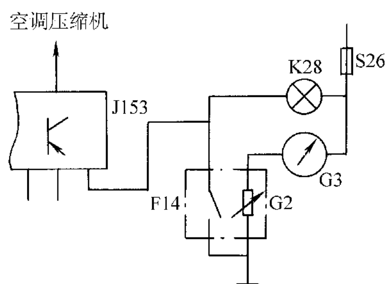


图17-23 奥迪100轿车空调电路简图
K28—冷却液温度报警灯 G3—冷却液温度表
F14—冷却液温度过热报警开关 G2—冷却液温度传感器
J153—空调控制器 S26—26号熔丝

因此，如果冷却液温度报警开关损坏，触点常闭或内部接地，就会产生与冷却液温度过高同样的效果，致使空调压缩机不运转。

更换一只新的冷却液温度传感器，故障排除了。

2.44 1994款奔驰600轿车空调只有微风

1. 故障现象

空调只有微风。

2. 诊断与排除

该车空调采用数字设定温度，自动恒温调节或人为手动调节。采用大功率集成电路模块（简称模块）进行调整。

遇到上述故障时，拆开空调空气滤清器，取下滤芯，鼓风机控制电路如图 17-24 所示。首先接通点火开关 Acc 档，此时插头插片④对接地电压为 12V（细红线）。调节风量控制旋钮，测出插头插片③（黄线）对接地电压在 0.8～8V 之间变化，这说明控制部分正常。将鼓风机电动机至模块 B_1 端的蓝线从 B_1 端断开直接接地，此时鼓风机电动机转速最高，由此断定模块已损坏。

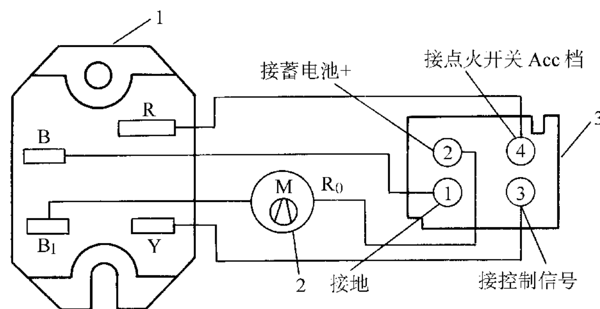


图 17-24 奔驰 600 轿车空调鼓风机控制线路图
1—集成电路模块 2—鼓风机 3—插头

更换一只新的模块，故障排除了。

原模块国内不易买到且价格昂贵，也可采用普通工业模块代用。测出鼓风机电动机最大电流约 30A，可用现有变频机用 100A 模块代换。图 17-25 为富士 EVL31—055 模块代换接线图；图 17-26 为三菱 QW100DY—H 模块代换的接线图。

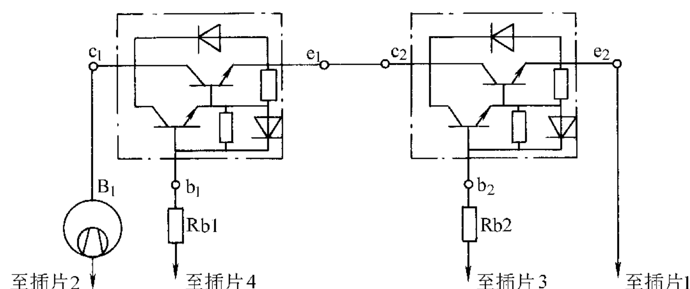


图 17-25 用富士 EVL31—055 模块代换接线图

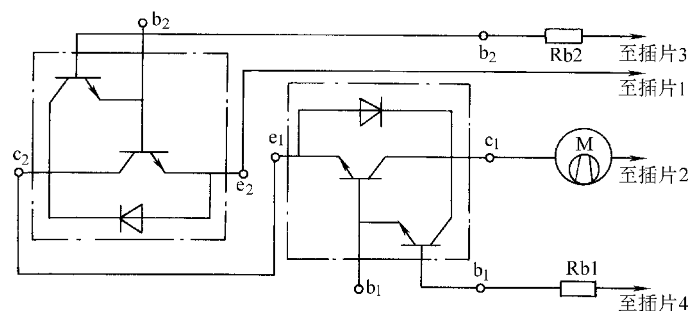


图 17-26 用三菱 QW100DY—H 模块代换的接线图

调整时应首先使 e_1 接地，将点火开关 Acc 档接通，由大至小调电阻 Rb1，断开 e_1、接地线，调电阻 Rb2 使风量旋钮最小时鼓风机电动机刚刚转动，并重新微调电阻 Rb1，使鼓风机电动机转速可调范围最大。调整时，Rb1 和 Rb2 不可太小或直接接电源，以防烧断功率晶体管发射极。因鼓风机电动机电流较大，其原铅壳平面有限，应用铅板散热，接触面最好涂硅脂，以减小热阻。

2.45 奔驰 560SEL 轿车空调开启后，压缩机离合器长期吸合，不能分离

1. 故障现象

打开空调之后，压缩机上的电磁离合器长期吸合，不能分离，温控器亦不起作用，使车内温度偏低。

2. 诊断与排除

该车制冷系的蒸发器装于驾驶室内前面板下部，经检查发现温控器热敏电阻已失效。更换了一只热敏电阻，故障排除。

注 意 事 项

若没有合适的原车配件，也可临时选用一只东芝冰箱上的控温用热敏电阻替代，该电阻为负温度系数的热敏电阻，常态电阻为 7.63kΩ。把此热敏电阻感温包贴于蒸发器表面，工作不久之后，压缩机上的电磁离合器能自动分离，空调工作正常。

2.46 欧宝威达 2.0 轿车空调冷气不足

1. 故障现象

该车由于交通事故使冷凝器受损。将其更换后，对空调制冷剂循环系统进行抽真空并按规定加注量加注了 R—134a 制冷剂。压缩机起动后，用手触摸低压管路，有冰手的感觉，但是很快就不冰手了，而且高压管路也不烫手，驾驶室甚至吹出了自然风。

2. 诊断与排除

根据该车的故障现象分析，故障原因可能是压缩机出现了问题。经观察，压缩机电磁离合器始终接合且无滑转现象，说明控制部分正常。

于是怀疑压缩机不做功。又考虑到压缩机运转后，低压管路有过一个冰手的过程，因此排除了压缩机不做功的可能性。

经过进一步分析，此压缩机是可变排量类型的。也就是压缩机的活塞工作腔与活塞下腔的压力是可调节的。根据高压管路与低压管路温度一样的这一现象，说明高低压管路的压力是一样的，即压缩机的工作腔与下腔的压力是一样的。由此判定为可变排量控制阀损坏。

更换压缩机可变排量控制阀之后，空调制冷正常，故障排除。

2.47　三星轻型客车空调制冷效果随时间变化

1. 故障现象

该车刚打开空调开关时，空调制冷效果很好，但运行一段时间后，感觉从出风口吹出的风不是太凉，再过一段时间，制冷效果更差。

2. 诊断与排除

起动发动机，打开空调开关，用手摸制冷系统高、低压管，感觉管的温度正常，空调系统工作一段时间后，再用手摸高、低压管，感觉高压管温度明显升高，低压管也不是太凉了，用手摸冷凝器，感觉温度也很高。观察冷凝器上的风扇不转，该车冷凝器与散热器是分开的，冷凝器与地面平行放置，风扇置于冷凝器上部看不到。拔下风扇电动机插接头，插座有两个端子，用万用表测得配线侧的插座中无电压。顺着线路查找，驾驶室内蒸发器总成上有一熔丝，检查发现熔丝已烧断，更换一新熔丝后，插上风扇电动机插接头，一打开空调开关，熔丝又烧断了，看来线路中有接地处。再拔下风扇电动机插接头，换一新熔丝后，熔丝正常，说明风扇电动机有故障。

拆下风扇电动机，发现电动机被很多泥土固定住了，将泥土除掉，从蓄电池正、负极直接引电至电动机，电动机仍不转动，将电扇罩取下，用手转电动机轴，感觉很吃力。更换一新电动机后，打开空调开关，风扇转动，感觉从出风口吹出的冷气始终很凉。

注 意 事 项

冷凝器风扇电动机卡滞，线路负荷过大，引起熔丝烧断，风扇不转，使制冷系统散热差，高压管、低压管均升高，制冷效果变差。

2.48　雷诺轿车空调无凉风

1. 故障现象

该轿车在行驶中突然出现空调只有自然风吹出，但无凉风的故障。

2. 诊断与排除

这种空调系统有风但无凉意的故障较普遍，其主要原因有：

1）机械故障；

2）制冷剂不足；

3）冷凝器电子风扇不工作；

4）温控（电控）开关失灵或调整不当；

5）高压压力开关损坏。

首先对机械部位进行仔细检查，未见异常。检查冷凝器电子风扇，工作正常。经检查，高压开关工作良好，制冷剂数量充足，但制冷循环不工作。制冷循环不工作与温控开关有关系，于是，对温控开关进行检查。先测量温控开关两根导线，供电电压正常；然后用短接环试着把温控开关两根导线短接（短时间），制冷循环立即恢复正常，说明温控开关损坏的可

能性最大，因为故障是在途中突然出现的，根本不存在调整不当的可能性，所以，卸下温控开关仔细检查，发现毛细管破裂，制冷剂从此泄漏，从而导致温控开关不工作，最后使制冷循环也不正常，从而出现有风吹出，而无凉风的故障。

毛细管破裂的原因是使用时间过长。该车已行驶十多年了，空调使用得也较频繁。由于这样的毛细管买不到。所以将破裂部位切断并去掉。由于毛细管内孔非常细，切断后会使内孔变得更小，需用尖冲子或细钻头对内孔进行处理，然后再用一根约 5～6cm 长的内径与毛细管外径尺寸大致相近的紫铜管套在毛细管上，用焊锡焊好，如果是塑料管用 103 胶粘合也可以，总之以达到不漏制冷剂为标准。最后组装好，把制冷系空气排净，插上电源进行试车，制冷系工作恢复正常，故障排除。

2.49 1997 款沃尔沃 960 轿车开空调后，冷气吹出 2～3s 后自动切断

1. 故障现象

开空调后，冷气吹出约 2～3s 后，就自动切断，且 A/C OFF 灯一直闪烁。

2. 诊断与排除

接车后试车，在故障出现的同时，检查发动机灯一直亮，因而首先读取发动机电控系统的故障码（读发动机故障码的方法如图 17-27 所示），代码为 1—1—1，正常。显示发动机无故障。

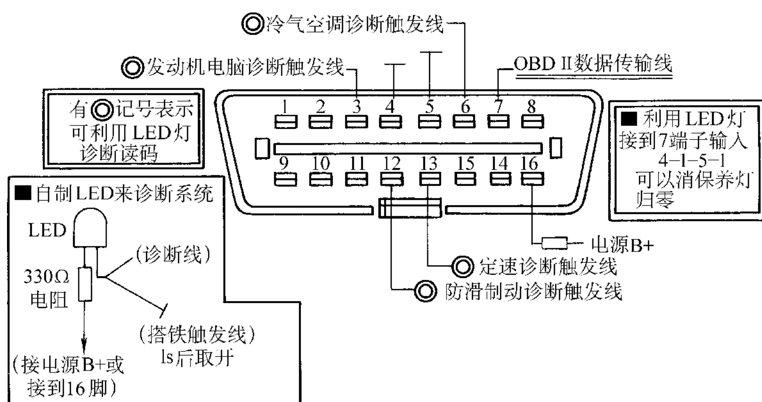


图 17-27 沃尔沃 960 轿车发动机故障码的读取方法

接下来诊断空调系统故障码，其步骤如下（如图 17-28 所示）：

1）起动发动机，并将风速调到 aut 位置；

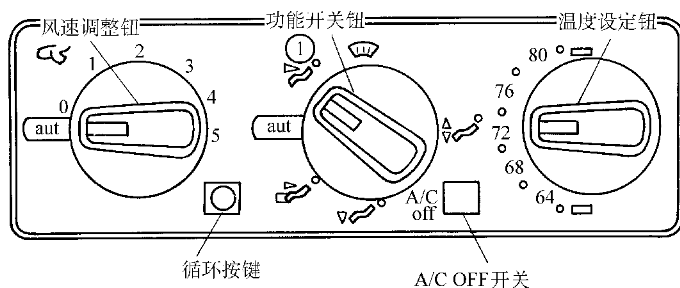


图 17-28 沃尔沃 960 轿车空调系统故障码的读取方法

2）功能开关于图中①位置；

3）温度设定到最低温度（最下方）；

4）循环按键在压下位置，A/C OFF 开关不在按下位置；

5）开始读码时，则按下 A/C OFF 开关，然后再按下 A/C OFF 开关，等 5s 即会由 A/C OFF键上的指示灯闪烁故障码。

经检查故障码为 4—2—0，内容为 ECC 空调主电脑本体不良。检查外围电路，均正常。更换 ECC 空调主电脑，故障消失，故障得以排除。

2.50　绅宝 9000 轿车自动空调鼓风机不停转

1. 故障现象

自动空调的鼓风机关不掉，常转不停。

2. 诊断与排除

该车的鼓风机由风扇速度控制单元的功率晶体管进行无级调速控制。鼓风机控制电路如图 17-29 所示。

首先，检查电源和接地都没有异常。接着检查鼓风机速度控制开关，ACC 控制程序片（主控制电脑）的输出端子，亦即 14 号端子，最大风量时输出为 5V，最小风量时输出为 0.1V，而且线性变化，能够正常控制风扇速度控制单元的功率晶体管基极电流。风扇控制单元的 3 号和 4 号端子是控制鼓风机电动机电流的。经检测，两个端子总是导通的，可以确认风扇控制单元不正常。

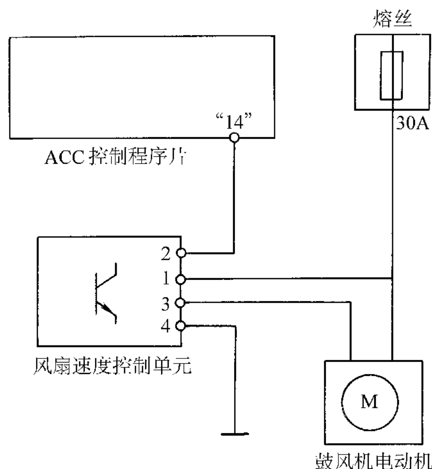


图 17-29　绅宝 9000 轿车鼓风机控制电路图

于是把风扇速度控制单元拆开检查。测量功率晶体管 2SD1525 各极之间的电阻值，B—C、B—E 之间的电阻值为 0.6kΩ，C—E 之间的电阻值为 0Ω，说明晶体管短路了。

更换上一只新的功率晶体管，装复后进行运行试验。动作正常，鼓风机的转速也正常了，故障得以排除。

该车的故障原因是，由于该车空调的蒸发器外壳装在进气口上。在鼓风机电动机的后面，空气通过蒸发器，直接被吸入鼓风机。由于蒸发器外壳上的泄漏管（排出凝结水）被泥沙和灰尘堵死了。蒸发器外壳上积聚的凝结水，溢出之后流入鼓风机电动机，水的电阻也变成了负荷，负荷增加使功率晶体管电流长时间超过 30A，从而导致风扇速度控制单元的功率晶体管烧毁短路。

3　空调系统电路故障的诊断与排除

下面以广州雅阁系列轿车为例，对空调系统的电路故障诊断与排除进行介绍。

广州雅阁系列轿车的自动空调装置有暖风系统、制冷系统和自动温湿控制系统三大部分。对这三大部分故障检修之前，应做好以下准备工作：

1）检查发动机冷却液是否符合规定，若不符合应该添至规定量，并且起动发动机预热至正常工作温度。

2）检查发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内的 No. 41（100A）、No. 42（50A）、No. 57（20A）、No. 56（20A）熔丝是否熔断，若发现应更换新的熔丝。

3）检查驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内的 No. 3（7. 5A）熔丝是否熔断，若发现应更换上新的熔丝。

4）检查前乘客席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内的 No. 13（7. 5A）熔丝是否熔断，若芰现应更换上新的熔丝。

5）检查所有的插头是否有脏物、松动或接触不良等现象，若发现应先清除插头周围的脏物插紧插头，对接触不良的插头进行检修，必要时更换插头。

6）检查空调系统的搭铁线 Gl01、G201、G202、G401 是否正常搭铁，若不正常应对其进行检修。

7）准备一只输出电流为 1mA 或低于 20kΩ 量程的数字式万用表。

3. 1 暖风系统电路的故障诊断与排除

3. 1. 1 读取故障码的方法

1）接通点火开关，然后操作加热控制板上的控制按钮及开关，如图 17-30 所示。

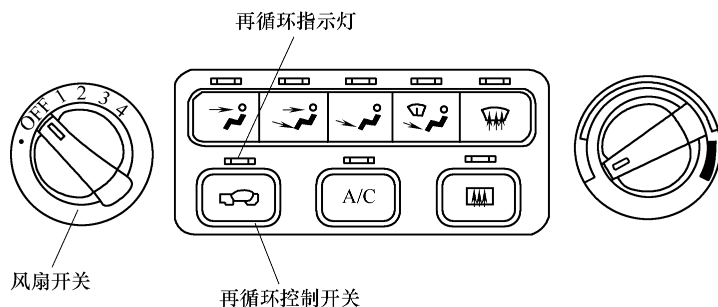


图 17-30 加热器控制板

2）关闭风扇开关，即将其置于 OFF 位置。

3）先打开再循环控制开关，此时再循环指示灯会点亮；然后按下再循环开关，此时再循环指示灯熄灭。

4）当再循环指示灯再次点亮约 2s 后，此时开始闪示故障码（DTC）。

注意：

① 当暖风系统有两个或两个以上故障时，闪示的故障码只能显示最小的一个故障码。

② 由于自诊断功能不能记录故障是否仍存在，必须再次诊断来检查显示故障是否排除，只要关闭点火开关即可清除上次故障码。

3.1.2　故障码含义

暖风系统故障码的具体内容如表 17-7 所示。

表 17-7　暖风系统故障码

故障码	再循环指示灯	故　　障	可 能 原 因
1	闪烁一次	空气混合控制电动机电路故障	连接电路产生故障、通道阻塞、电动机故障、加热控制板故障
2	闪烁两次	模式控制电动机电路故障	连接电路产生故障、通道阻塞、电动机故障、加热控制板故障
3	闪烁三次	蒸发器温度传感器电路故障	连接电路产生故障、传感器故障、加热控制板故障

1）故障码 1 应检修空气混合控制电动机电路，检修方法如下：

① 对空气混合控制电动机：经检查若发现故障，应予更换。

② 对加热器控制板进行检修。测量加热器控制板 22 芯插头的端子 12、13、16、17、19 与空气混合控制电动机 7 芯插头端子 1、2、3、5、7 之间的导通性。当对应的端子不能正常导通时，说明加热器控制板与空气混合控制电动机之间对应的连接电路故障（即断路或短路），此时需要对此电路进行维修，必要时更换已损坏的电路，连接电路具体的对应端子如表 17-8 所示。

表 17-8　空气混合控制电动机连接电路的检测

插　　头	端子号	插　　头	端子号
加热器控制板 22 芯插头	12	空气混合控制电动机 7 芯插头	2
	13		1
	16		7
	17		5
	19		3

③ 对加热器控制板进行检测。测量加热器控制板 22 芯插头端子 12、13、16、17、19 分别与车身搭铁线之间的导通性。若它们不能正常导通时，则说明加热器控制板内部故障，应该对加热器控制板进行维修，必要时更换。

2）故障码 2 应检修模式控制电动机电路，故障的检修方法如下：

① 模式控制电动机：经检查若发现故障，应予更换。

② 对加热器控制板与模式控制电动机之间的连接电路进行检修。测量加热控制板 22 芯插头的端子 6、7、8、14、15、17、18 与模式控制电动机 7 芯插头端子 1、2、3、5、6、7 之间的导通性。若对应的端子不能正常导通，则说明加热器控制板与模式控制电动机之间对应的连接电路故障（即断路或短路），此时需要对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。连接电路的具体对应端子如表 17-9 所示。

③ 对加热器控制板进行检修。测量加热器控制板 22 芯插头的端子 6、7、8、14、15、

17、18 分别与车身搭铁之间的导通性。若不能正常导通时，则说明加热控制板内部故障，应该对加热器控制板进行维修，必要时予以更换。

表 17-9 模式控制电动机连接电路的检测

接　头	端 子 号	接　头	端 子 号
加热器控制板 22 芯插头	6	模式控制电动机 7 芯插头	3
	7		4
	8		5
	14		20
	15		1
	17		7
	18		6

3）故障码 3 应检修蒸发器温度传感器电路，故障的检修方法如下：

① 对蒸发器温度传感器：经检查若发现故障，应予以更换。

② 对蒸发器温度传感器与加热器控制板之间连接电路进行检修。测量加热器控制板 22 芯插头端子 17、20 与蒸发器温度传感器端子 1、2 之间的导通性。若对应端子不能正常导通，则说明加热器控制板与蒸发器温度传感器之间连接电路故障（即断路或短路），此时应对此电路进行维修，必要时更换损坏的连接电路。

连接电路的具体对应端子如表 17-10 所示。

表 17-10 蒸发器温度传感器的检测

接　头	端 子 号	接　头	端 子 号
加热器控制板 22 芯插头	17	蒸发器温度传感器	1
	20		2

③ 对加热器控制板进行检修时，通过测量加热器控制板的端子 17、20 分别与车身搭铁之间的导通性即可判断。若它们不能正常导通，则说明加热控制板内部故障，应该对加热器控制板进行维修，必要时予以更换。

3.1.3 鼓风机电路故障诊断与排除

（1）故障现象　加热器风扇开关打开后，鼓风机电动机不能转动，或者鼓风机电动机可以转动，但只能在某一档位运转而不能调速。

（2）故障原因

① 加热器风扇开关异常。

② 鼓风机调速电阻异常。

③ 鼓风机电动机异常。

④ 鼓风机继电器异常。

（3）故障检修方法

① 对加热器风扇开关：经检查若发现故障，应予以更换。

② 断开鼓风机调速电阻的插头，测量其端子 3 和端子 5 之间的电阻值，正常阻值为 3 ~ 3.5Ω。若实际测量值与之不相符。则说明鼓风机调速电阻故障，应及时更换。

③ 对鼓风机电动机继电器进行检查。经检查若发现故障，应该更换故障的鼓风机电动机继电器。

④ 测量加热器风扇开关 5 芯插头端子 1、2、4、5 与鼓风机调速电阻 7 芯插头端子 3、4、5、6 之间的导通性。若不能正常导通，则说明对应的连接电路故障，应该对加热器风扇开关与鼓风机调速电阻之间的连接电路进行维修，必要时予以更换。连接电路的具体对应端子如表 17-11 所示。

表 17-11　加热器风扇开关与调速电阻之间连接电路的检测

接　　头	端　子　号	接　　头	端　子　号
鼓风机调速电阻 7 芯插头	3	加热器风扇开关 5 芯插头	1
	4		5
	5		4
	6		2

⑤ 打开点火开关，此时测星鼓风机电动机的端子 1 和车身搭铁之间的电压，正常电压应约为电源电压 12V。若实际测量值与之不相符，则说明鼓风机电动机与鼓风机继电器之间的连接电路故障，应对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。

⑥ 此时接通点火开关，打开加热器风扇开关后若鼓风机仍然不转，则说明鼓风机电动机故障，应该予以更换。

3.2　制冷系统电路的故障诊断与排除

制冷系统的电路原理图如图 17-31 所示。

3.2.1　冷凝器风扇电路故障诊断与排除

（1）故障现象　制冷系统工作时，散热器风扇可正常运转，但冷凝器风扇不转。

（2）故障原因

1）发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内 No. 58（20A）熔丝熔断。

2）驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7.5A）熔丝熔断。

3）冷凝器风扇继电器异常。

4）冷凝器风扇电动机异常。

（3）故障检修方法

1）对发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内 No. 58（20A）熔丝和驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7.5A）熔丝进行检查，若发现有熔丝熔断，应及时更换。

2）对冷凝器风扇继电器进行检修。经检查若发现故障，应予以更换。

3）打开点火开关，测量冷凝器继电器端子 1 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V；若实际测量值与之不相符，则说明发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内 No. 56（20A）熔丝与冷凝器继电器之间的连接电路故障，应对此电路进行维修，必要时予以

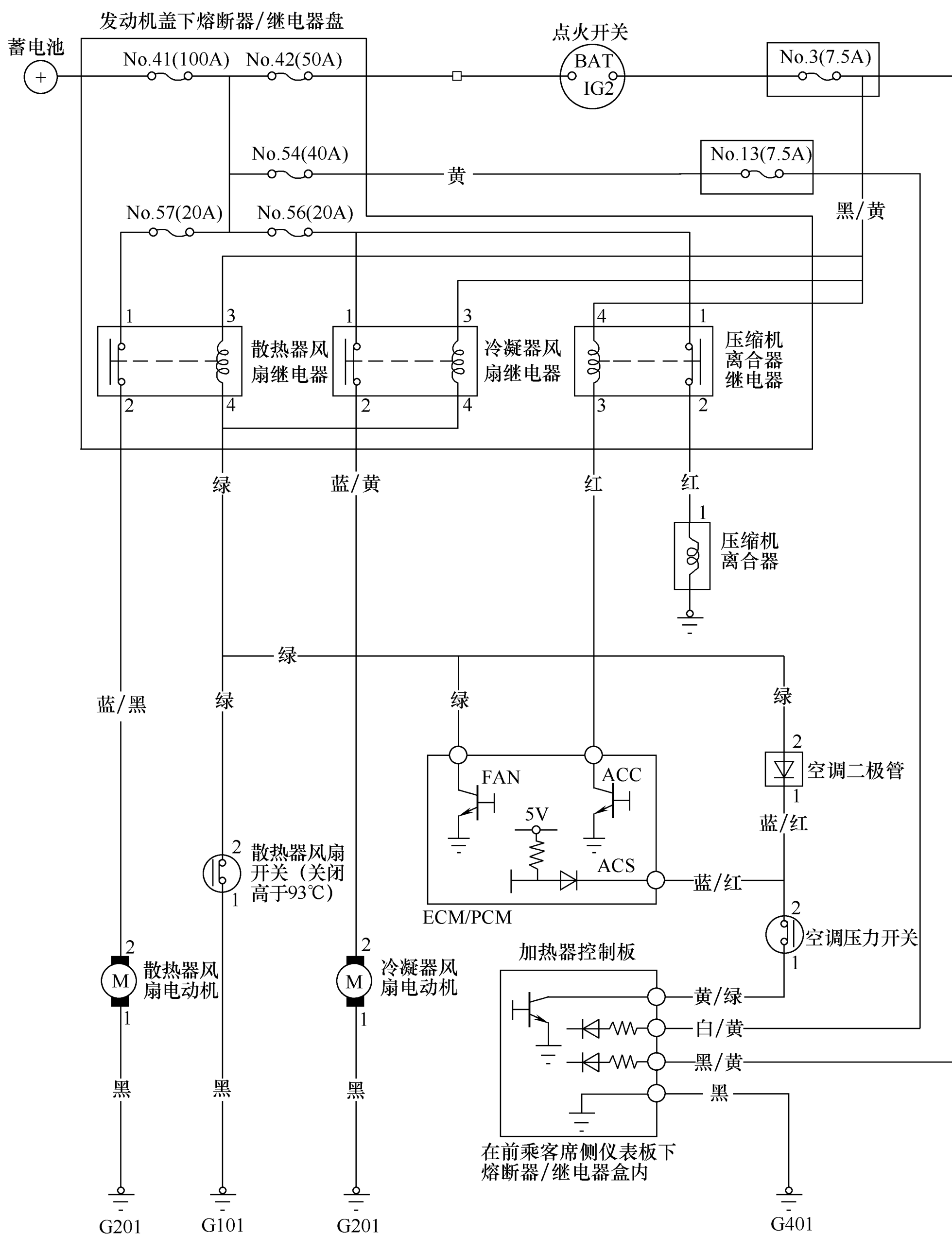


图 17-31 制冷系统电路图

更换。

4）测量冷凝器风扇继电器端子 3 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V；若实际测量值与之不相符，则说明驾驶席侧仪表板下熔断器/继电器盒内 No. 3（7. 5A）熔丝与冷凝器继电器之间的连接电路故障，应对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。

5）测量冷凝器风扇电动机端子 2 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V；若

实际测量值与之不相符，则说明冷凝器风扇继电器与冷凝器风扇电动机之间的连接电路故障，应对此电路进行维修，必要时予以更换。

6）测量冷凝器风扇电动机与搭铁线（G201）之间的导通性，若搭铁电路不能正常导通时，应维修电路，必要时更换搭铁线。

7）如果经过上述检修，冷凝器风扇仍然不能转动，则说明冷凝器风扇电动机故障，应对此冷凝器风扇电动机进行检修，必要时予以更换。

3.2.2 散热器风扇电路故障诊断与排除

（1）故障现象 制冷系统工作时，冷凝器风扇可以正常运转，但是散热器风扇却不转。

（2）故障原因

1）发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内的No.57（20A）熔丝熔断。

2）驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内的No.3（7.5A）熔丝熔断。

3）散热器风扇继电器异常。

4）散热器风扇电动机异常。

（3）故障检修方法

1）对发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内No.57（20A）熔丝和驾驶席侧仪表板下熔断器/继电器盒内No.3（7.5A）熔丝进行检查，若发现有熔丝熔断，应及时更换上新的熔丝。

2）对散热器风扇继电器进行检修。经检查若发现故障，应予更换。

3）打开点火开关，测量散热器风扇继电器端子1与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压12V；若实际测量值与之不相符。则说明发动机舱盖熔断器/继电器盒内No.57（20A）熔丝与散热器风扇继电器之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。

4）测量散热器风扇继电器端子3与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压12V；若实际测量值与之不相符，则说明驾驶室席侧仪表板下熔断器/继电器盒内No.3（7.5A）熔丝与散热器风扇继电器之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。

5）测量散热器风扇电动机端子2与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压12V；若实际测量值与之不相符，则说明散热器风扇继电器与散热器风扇电动机之间的连接电路产生故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。

6）测量散热器风扇电动机与搭铁线（G201）之间的导通性，若实际测量结果此搭铁电路不能正常导通时，则说明此搭铁电路故障，应该对此电路进行维修使其正常搭铁，必要时更换搭铁线。

7）如果经过上述检修，散热器风扇仍然不能转动，则说明冷凝器风扇电动机故障，应该对散热器风扇电动机进行检修，必要时予以更换。

3.2.3 压缩机电磁离合器电路故障诊断与排除

（1）故障现象 制冷系统工作时，压缩机电磁离合器不能啮合。

注意：
应确保其他电路正常。

（2）故障原因

1）压缩机电磁离合器继电器异常。

2）压缩机电磁离合器线圈异常。

3）发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内的 No. 58（20A）熔丝熔断。

4）驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内的 No. 3（7. 5A）熔丝熔断。

5）ECM/PCM 控制模块异常。

（3）故障检修方法

1）对发动机盖下熔断器/继电器 No. 58（20A）熔丝和驾驶席侧仪表板熔断器/继电器 No. 3（7. 5A）熔丝进行检查，若发现有熔丝熔断，应及时更换上新的熔丝。

2）对压缩机离合器继电器进行检修。经检查若发现故障，应予更换。

3）对压缩机离合器进行检修。经检查若发现故障，应予更换。

4）接通点火开关，测量压缩机离合器继电器端子 4 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V；若实际测量值与之不相符，则说明压缩机继电器与驾驶席侧仪表板下熔断器/继电器盒 No. 3 熔丝之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线束。

5）测量压缩机离合器继电器端子 1 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V；若实际测量值与之不相符，则说明压缩机继电器与发动机舱盖下熔断器/继电器盒内 No. 58（20A）熔丝之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。

6）测量 ECM/PCM 模块端子 17 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V；若实际测量值与之不相符，则说明压缩机离合器继电器与 ECM/ PCM 之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接电路。

7）经过上述检修后，若压缩机还不能正常啮合，则说明压缩机离合器的控制单元 ECM/PCM 模块故障，应该对 ECM/PCM 模块进行检修，必要时予以更换。

3. 3 自动温湿控制系统的诊断与排除

自动温湿控制系统的电路原理图如图 17-32 所示。

3. 3. 1 读取故障码的方法

1）打开点火开关后，调节温度控制旋钮，先把温度控制旋钮旋至最冷（MAX COOL）位置，再将其旋至最热（MAX HOT）位置处。

2）保持上述状态 1min，同时按下“AUTO”键和“OFF”键（图 17-33）。

① 当自动温湿控制系统有故障时，温度显示器会点亮不同的显示器段来表示不同部件的故障。

② 当自动温湿控制系统不存在故障时，温度显示器会每隔 1s 显示一次“88”（即全亮）。

注意：

① 当自动温湿控制系统同时存在两个或两个以上的故障时，该故障所代表的指示段会同时点亮；当 A、C、E、G、I 和 L 同时点亮时，则表明传感器的公共搭铁线很可能出现断路故障。

② 由于自动温湿控制系统的故障自诊断功能不能记录故障是否仍存在，必须使用再次诊断来检查故障是否排除，只要关闭点火开关即可清除上次故障码。

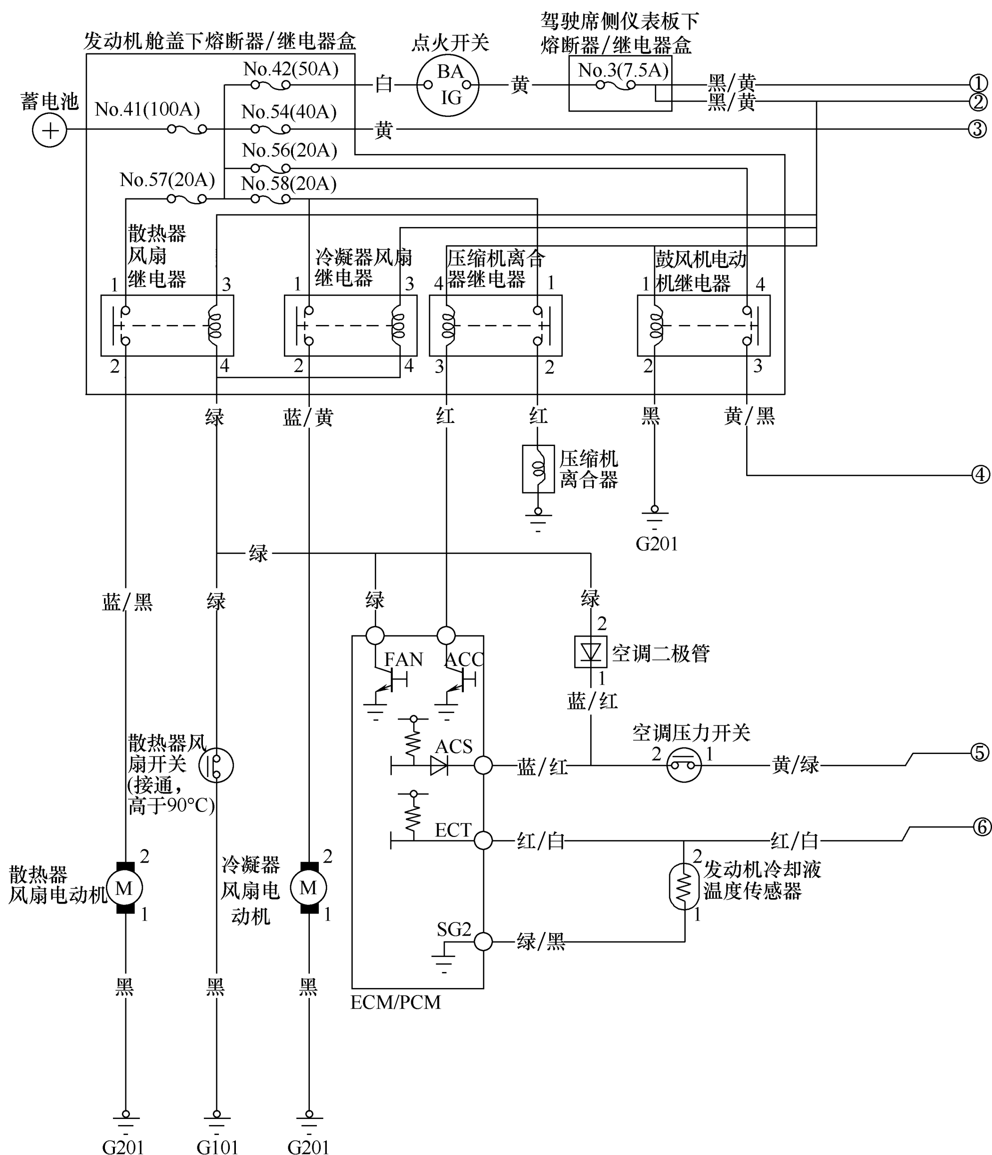


图 17-32　自动温湿控制系统电路图（1）

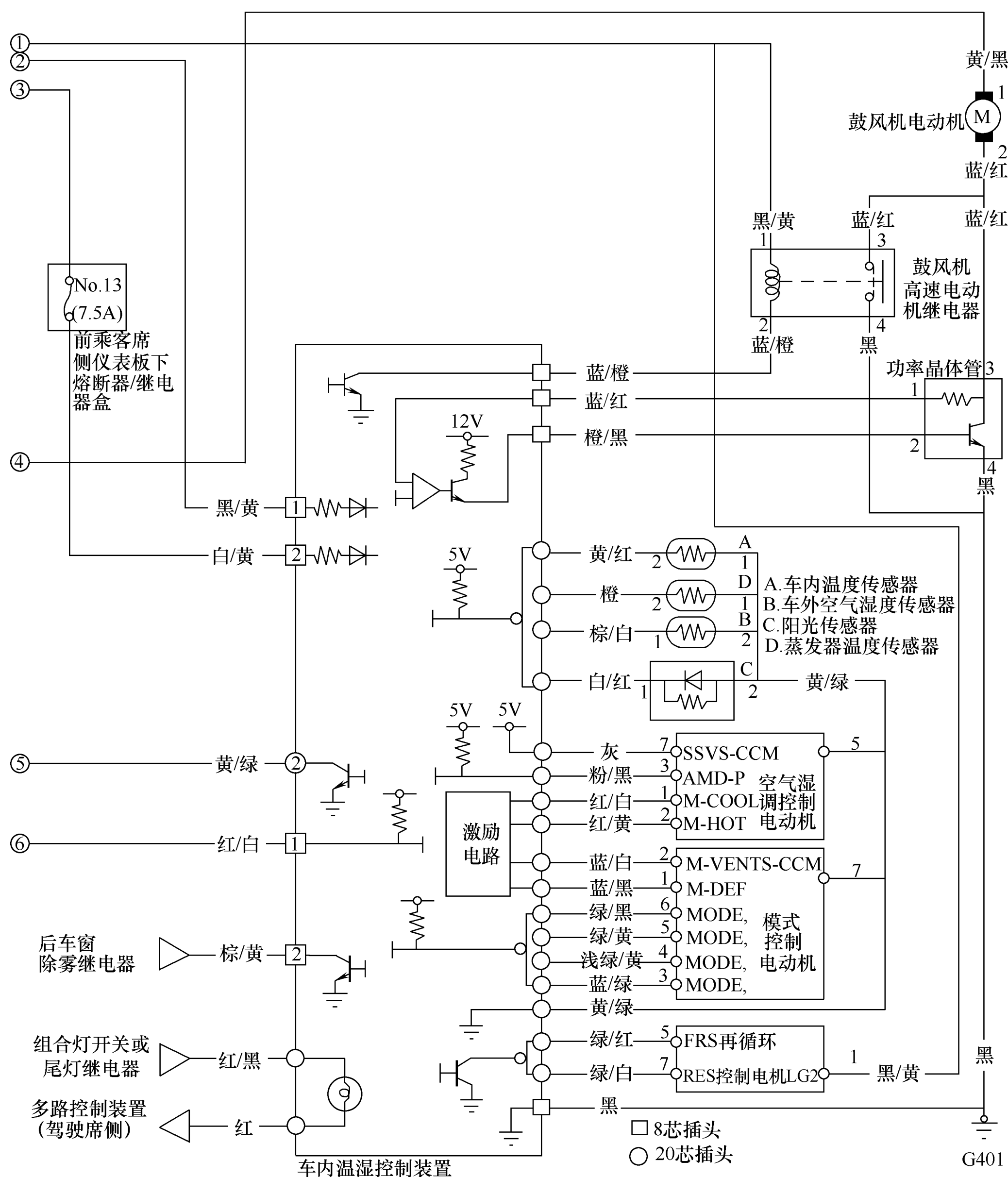


图 17-32 自动温湿控制系统电路图（2）

3.3.2 故障码含义

自动温湿控制系统中的故障码代表的具体内容如表 17-12 所示。

（1） 显示器 A 段亮　车内温度传感器电路的断路故障排除方法如下：

1）对车内温度侍感器进行检修。经过检查，若发现车内温度传感器故障，应予更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的 20 芯插头和车内温度传感器 2 芯插头。测量车内温湿控制装置的端子 11、16 与车内温度传感器端子 1、2 之间的导通性。若不能正常导通，则说明车内温度传感器与车内温湿控制装置之间的连接线断路，应该对连接电路进行

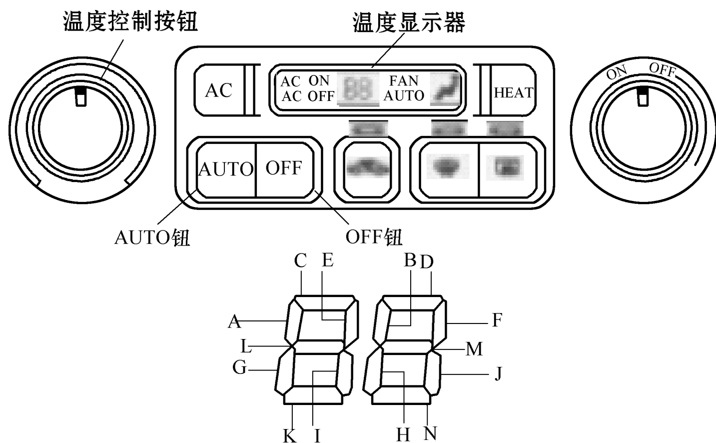


图 17-33　车内温湿度控制面板

维修，必要时更换已损坏的连接线。连接电路的具体对应端子如表 17-13 所示。

表 17-12　故障码内容

显示器段（指示灯）	出故障的部件	可能的原因
A	车内温度传感器	电路断路、传感器故障
B	车内温度传感器	电路短路、传感器故障
C	车外空气温度传感器	电路断路、传感器故障
D	车外空气温度传感器	电路短路、传感器故障
E	阳光传感器	电路短路、传感器故障
F	阳光传感器	电路断路、传感器故障
G	蒸发器温度传感器	电路短路、传感器故障
H	蒸发器温度传感器	电路断路、传感器故障
I	空气混合控制电动机	电路断路
J	空气混合控制电动机	电路短路
K	空气混合控制电动机	通道堵塞、电动机故障
L	模式控制电动机	电路短路或断路
M	模式控制电动机	通道堵塞、电动机故障
N	鼓风机电动机	电路断路或短路、电动机故障

表 17-13　车内温度传感器连接电路的检测

接　　头	端子号	接　　头	端子号
温湿控制装置 20 芯插头	11	车内温度传感器 2 芯插头	1
	16		2

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和车内温度传感器。如果再次读取故障码，显示器 A 段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置故障。应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（2）显示器 B 段亮　车内温度传感器电路的短路故障排除方法如下：

1）对车内温度传感器进行检修。经过检查，若发现车内温度传感器故障，应予以

更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的20芯插头，测量其端子16与车身搭铁之间的导通性；如果可以导通，则说明车内温湿控制装置与车内温度传感器之间的连接线短路，应该对此连接电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

3）经过上述检修后，连接好温湿控制装置和车内温度传感器。如果再次读取故障，显示器B段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置故障，应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（3）显示器C段亮　车外空气温度传感器电路的断路故障排除方法如下：

1）对车外空气温度传感器进行检修。经过检查，若发现车外空气温度传感器故障，应予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的20芯插头和空气温度传感器2芯插头。测量车内温湿控制装置端子11、15与车外温度传感器端子1、2之间的导通性，若不能正常导通，则说明车外空气温度传感器与车内温湿控制装置之间的连接线断路，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。连接电路的具体对应端子如表17-14所示。

表17-14　车外空气温度传感器连接电路的检测

接　　头	端　子　号	接　　头	端　子　号
温湿控制装置20芯插头	11	车外空气温度传感器2芯插头	2
	15		1

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和车外空气温度传感器。如果再次读取故障，显示器C段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置故障。应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（4）显示器D段亮　车外空气温度传感器电路的短路故障排除方法如下：

1）对车外空气温度传感器进行检修。经过检查，若发现车外空气温度侍感器故障，应予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的20芯插头，测量其端子15与车身搭铁之间的导通性；若可以导通，则说明车内温湿控制装置与车外空气温度传感器之间的连接线短路，应该对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

（5）显示器E段亮　阳光传感器电路的断路故障排除方法如下：

1）对阳光传感器进行检修。经过检查，若发现阳光传感器故障，应予以更换。

2）关闭点火开关，断开阳光传感器2芯插头和车内温湿控制装置20芯插头。测量阳光传感器端子1、2与车内温湿控制装置端子11、12之间的导通性。若不能正常导通，则说明阳光传感器与车内温湿控制装置之间的连接线断路，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。连接电路的具体对应端子如表17-15所示。

表17-15　阳光传感器连接电路的检测

接　　头	端　子　号	接　　头	端　子　号
温湿控制装置20芯插头	11	阳光传感器2芯插头	11
	12		12

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和阳光传感器。若再次读取故障，显示器 E 段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置故障。应对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（6）显示器 F 段亮　阳光传感器电路的短路故障排除方法如下：

1）对阳光传感器进行检修。经过检查，若发现阳光传感器故障，应予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的 20 芯插头，测量其端子 12 与车身搭铁之间的导通性；若可以导通，则说明阳光传感器与车内温湿控制装置之间的连接线短路，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和阳光传感器。如果再次读取故障，显示器 F 段仍然点亮。则说明车内温湿控制装置故障，应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（7）显示器 G 段亮　蒸发器温度传感器电路的断路故障排除方法如下：

1）对蒸发器温度传感器进行检修。经过检查，若发现蒸发器温度传感器故障，应该予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的 20 芯插头和蒸发器温度传感器的 2 芯插头。测量温湿控制装置端子 11、14 与蒸发器温度传感器端子 1、2 之间的导通性。若不能正常导通，则说明蒸发器温度传感器与车内控制装置之间的连接线断路，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。连接电路的具体对应端子如表 17-16 所示。

表 17-16　蒸发器温度传感器连接电路的检测

接　头	端　子　号	接　头	端　子　号
车内温湿控制装置 20 芯插头	11	蒸发器温度传感器 2 芯插头	1
	14		2

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和蒸发器温度传感器。如果再次读取故障，显示器 G 段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置故障。应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（8）显示器 H 段亮　蒸发器温度传感器电路的短路故障排除方法如下：

1）对蒸发器温度传感器进行检修。经过检查，若发现蒸发器温度传感器故障，应该予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的 20 芯插头，测量其端子 14 与车身搭铁之间的导通性；若可以导通，则说明车内温湿控制装置与蒸发器温度传感器之间的连接线短路，应该对此电路进行检修，必要时更换已损坏的连接线。

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和蒸发器温度传感器。如果再次读取故障，显示器 H 段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置产生故障。应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（9）显示器 I 段亮　空气混合控制电动机电路的断路故障排除方法如下：

1）对空气混合控制电动机进行检修。经过检查，若发现空气混合控制电动机故障，应予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的 20 芯插头和空气混合控制电动机 7 芯插

头。测量车内温度控制端子1、7、9、11、13与空气混合控制电动机端子1、2、3、5、7之间昀导通性。若不能正常导通，则说明车内温湿控制装置与空气混合电动机之间的连接线断路，应对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。连接电路的具体对应端子如表17-17所示。

表17-17 空气混合控制电动机连接电路的检测

接　头	端　子　号	接　头	端　子　号
车内温湿控制装置20芯插头	1	空气混合控制电动机7芯插头	3
	7		2
	9		1
	11		5
	13		7

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和空气混合控制电动机。若再次读取故障，显示器I段仍然发亮，则说明车内温湿控制装置故障，应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（10）显示器J段亮　空气混合控制电动机电路的短路故障的排除方法如下：

1）对空气混合控制电机进行检修，经过检查若发现空气混合控制电动机故障，应予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的20芯插头，测量其端子1、7、9、13与车身搭铁之间的导通性；若可以导通，则说明车内温湿控制装置与空气混合控制电动机之间连接线短路，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

3）经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和空气混合控制电动机。如果再次读取故障，显示器J段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置故降，应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

（11）显示器K段亮　空气混合控制电动机连动装置故障的排除方法如下：对空气混合控制电动机连动装置进行检修。经过检查，若发现空气混合控制电动机的连动部件和风门故障，应该对其进行维修，必要时更换已损坏的部件。

（12）显示器L段亮　模式控制电动机电路故障（断路或者短路）的排除方法如下：

1）对模式控制电动机进行检修，经过检查，若发现模式控制电动机故障，应予以更换。

2）关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的20芯插头和模式控制电动机7芯插头。测量车内温湿控制端子5、6、11、17、18、19、20与模式控制电动机端子1、2、3、4、5、6、7之间的导通性。若不能正常导通，则说明模式控制电动机与车内温湿控制装置之间的连接线断路，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。连接电路具体对应端子见表17-18。

3）分别测量车内温度控制装置端子5、6、11、17、18、19、20与车身搭铁之间的导通性，若导通，则说明车肉温湿控制装置与模式控制电动机之间的连接线短路。应对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

表 17-18　模式控制电动机连接电路的检测

接　　头	端子号	接　　头	端子号
车内温湿控制装置 20 芯插头	5	模式控制电动机 7 芯插头	1
	6		2
	11 17		7
			3
	18		4
	19		5
	20		6

4）经过上述检修后。连接好车内温湿控制装置和模式控制电动机。若再次读取故障显示器 L 段发亮，则说明车内温湿控制装置故障。应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时更换车内温湿控制装置。

（13）显示器 M 段亮　模式控制电动机连动装置故障的排除方法如下：对模式控制电动机连动装置进行检修。经过检查，若发现模式控制电动机的连动部件和风门故障，应该对其进行维修，必要时更换已损坏的部件。

（14）显示器 N 段亮　鼓风机电路的故障，可根据鼓风机出现的故障现象对其进行检修。

1）鼓风机只能在高速档运转，而不能在其他档位运行的故障排除方法：

① 对功率晶体管进行检修。经过检查，若发现功率晶体管故障，应予以更换。

② 接通点火开关，测量功率晶体管 4 芯插头端子 3 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V。若实际测量值与之不相符，则说明鼓风机电动机与功率晶体管之间的连接电路故障，应该对此连接电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

③ 关闭点火开关，断开功率晶体管 4 芯插头，测量其端子 4 与搭铁线 G401 之间的电导通性。若不能正常导通，则说明功率晶体管与搭铁 G401 之间连接电路故障，应该对此连接电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

④ 对车内温湿控制装置与功率晶体管之间的连接电路进行检修（断开车内温湿控制装置 8 芯插头和功率晶体管 4 芯插头）。

a. 测量车内温湿控制装置的端子 5、6 与功率晶体管的端子 1、2 之间的导通性。若不能正常导通，则说明车内温湿控制装置与功率晶体管之间的连接电路断路故障。连接电路具体对应端子如表 17-19 所示。

表 17-19　功率晶体管的连接电路检测

接　　头	端子号	接　　头	端子号
车内温湿控制装置 8 芯插头	0	功率晶体管 4 芯插头	2
	6		1

b. 测量车内温湿控制装置端子 5、6 分别与车身搭铁之间的导通性，若正常导通，则说明车内温湿控制装置与功率晶体管之间连接电路短路故障。

c. 对车内温湿控制装置与功率晶体管之间连接电路的故障进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

⑤ 经过上述检修后，连接好车内温湿控制装置和功率晶体管。如果再次读取故障，显示器 N 段仍然点亮，则说明车内温湿控制装置故障。应该对车内温湿控制装置进行检修，必要时予以更换。

2）鼓风机无论任何档位都不运转的故障排除方法

① 检查发动机舱盖下的熔断器/继电器盒内 No. 56（20A）熔丝，驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器 No. 3（7. 5A）熔丝是否熔断，若发现熔断应更换上新的熔丝。

② 对鼓风机电动机继电器、鼓风机高速电动机继电器进行检修，经检查若发现故障，应予以更换。

③ 接通点火开关，测量鼓风机电动机继电器的端子 1 和 4 分别与车身搭铁之间的电压，正常约为 12V。若实际测量值与之不相符，则说明鼓风机电动机继电器与驾驶席侧仪表板下的 No. 3（7. 5A）熔丝、发动机舱盖下的 No. 56（20A）熔丝之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

④ 对鼓风机电动机继电器的搭铁线 G201 进行检修，测量其端子 3 与搭铁 G201 之间的导通性。若不能正常导通，则说明此搭铁电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

⑤ 测量鼓风机电动机端子 1 与车身搭铁之间的电压，正常约为 12V。若实际测量值与之不相符，则说明鼓风机电动机与鼓风机电动机继电器之间的连接电路故障，应对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

⑥ 使用跨接线把鼓风机电动机端子 2 与车身搭铁线 G401 相接，此时接通点火开关。观察鼓风机电动机的状态。若鼓风机电动机仍然不转，则说明鼓风机电动机故障，应予以更换。

⑦ 关闭点火开关，断开鼓风机高速电劫机继电器 4 芯插头和鼓风机电动机 2 芯插头，测量鼓风机高速电动机继电器端子 3 与鼓风机电动机端子 2 之间的导通性。若不能正常导通，则说明鼓风机高速电动机继电器与鼓风机电动机之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

⑧ 接通点火开关，测量鼓风机高速电动机继电器端子 1 与车身搭铁之间的电压，正常约为 12V。若实际测量值与之不相符，则说明鼓风机高速电动机继电器与驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7. 5A）熔丝之间的连接电路故障，应该对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

⑨ 测量鼓风机高速电动机继电器端子 4 与搭铁线 G401 之间的导通性。若不能正常导通，则说明鼓风机高速电动机继电器的搭铁线故障，应该对此搭铁线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

⑩ 关闭点火开关，断开车内温湿控制装置的 8 芯插头，测量车内温湿控制装置的端子 4 与鼓风机高速继电器端子 2 之间的导通性。若不能正常导通，则说明鼓风机高速继电器与车内温湿控制装置之间的连接电路故障。应该对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

⑪ 经过上述检修后，连接好所有的插头。如果再次读取故障，显示器 M 段仍然点亮，

则说明车内温湿控制装置故障，应该对车内温湿控制装置进行维修，必要时予以更换。

3.4　再循环控制电动机电路故障诊断与排除

1. 故障现象

再循环风门不能在“Fresh”（新鲜空气）与“Recirculate”（空气再循环）之间转换。

2. 故障原因

1）再循环控制电动机及其连动部件、风门异常。

2）驾驶席侧仪表板下 No. 3（7. 5A）熔丝熔断。

3）再循环控制电动机连接电路异常。

4）车内温湿控制装置（或加热器控制板）异常。

3. 故障检修方法

1）对再循环控制电动机进行检修。经过检查，若发现再循环控制电动机及其连动部件、风门故障，应该对其进行维修，必要时更换已损坏的部件。

2）检查驾驶席侧仪表板下的 No. 3（7. 5A）熔丝，若发现熔断，则更换上新的熔丝。

3）拆下再循环控制电动机的 7 芯插头，接通点火开关后测量其端子 2 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V。若实际测量值与之不相符，则说明再循环控制电动机与驾驶席侧仪表板下的 No. 3（7. 5A）熔丝之间的连接电路故障，应该对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

4）对再循环控制电动机与车内温湿控制装置（或加热器控制板）之间的连接电路进行检修（断开车内温湿控制装置的 20 芯插头或加热器控制板 22 芯插头、再循环控制 7 芯插头）。

① 测量车内温湿控制装置的端子 3、4（或加热器控制板的端子 1、11）与再循环控制电动机端子 5、7 之间的导通性。若不能正常导通，则说明车内温湿控制装置（或加热器控制板）与再循环控制电动机之间的连接线断路故障。连接电路具体对应端子见表 17-20。

表 17-20　再循环控制电动机连接电路检测

接　　头	端子号	接　　头	端子号
车内温湿控制装置 20 芯插头（或加热器控制板 22 芯插头）	3（11）	再循环控制电动机 7 芯插头	5
	4（1）		7

② 分别测量车内温湿控制装置的 20 芯插头的端子 3、4（或加热器控制板 22 芯插头的端子 1、11）与车身搭铁之间的导通性。若导通，则说明车内温湿控制装置（或加热器控制板）与再循环控制电动机之间的连接线短路故障。

③ 对车内温湿控制装置（或加热器控制板）与再循环控制电动机之间连接电路的故障进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

5）经过上述检修后，把所有的插头连接好。打开点火开关，按下再循环按钮，检验再循环控制电动机风门是否可以正常在“Fresh”（新鲜空气）和”Recirculate”（空气循环）之间转换，若不能则说明车内温湿控制装置（或加热器控制板）故障，应该对车内温湿控制装置（或加热器控制板）进行维修，必要时予以更换。

3.5 车内温湿控制装置与加热器控制板电路故障的诊断与排除

1. 故障现象

加热器与空调都不能工作。

2. 故障原因

1）驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7.5A）熔丝、前乘客席侧仪表板下熔断器/继电器盒内 No. 13（7.5A）熔丝熔断。

2）车内温湿控制装置的电源连接线、搭铁线异常。

3）加热器控制板的电源连接线、搭铁线异常。

4）车内温湿控制装置或加热器控制板异常。

3. 故障检修方法

1）检查驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7.5A）熔丝、前乘客席侧仪表板下熔断器/继电器盒内的 No. 13（7.5A）熔丝是否熔断。若发现熔丝熔断，应及时更换上新的熔丝。

2）对车内温湿控制装置的电源及搭铁连接电路进行检修（拆开车内温湿控制装置的 8 芯插头）。

① 接通点火开关，测量车内温湿控制装量的 8 芯插头端子 1 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V。若实际测量值与之不相符，则说明车内温湿控制装置与驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7.5A）熔丝之间的连接电路故障。应该对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

② 测量车内温湿控制装置的 8 芯插头端子 8 与车身搭铁 G401 之间的导通性。若不能正常导通，则说明车内温湿控制装置的搭铁电路故障，应该对此搭铁线进行维修，使其正常搭铁，必要时更换已损坏的连接线。

3）对加热器控制板的电源及搭铁连接电路进行检修（即拆开加热器控制板的 22 芯插头）。

① 接通点火开关，测量加热控制板的 22 芯插头的端子 3 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V。若实际测量值与之不相符，则说明加热器控制板与前乘客席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 13（7.5A）熔丝之间的连接电路故障。应该对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

② 测量加热器控制板的 22 芯插头的端子 9 与车身搭铁 G401 之间的导通性，若不能正常导通，则说明车内温湿控制装置的搭铁电路故障，应对此搭铁线进行维修，使其正常搭铁，必要时更换已损坏的连接线。

4）上述检修后并连按好所有插头，若加热器或空调仍然不能工作，则说明车内温湿控制装置或加热器控制板故障，应对其进行检修，必要时予以更换。

3.6 空调压力开关电路故障的诊断与排除

1. 故障现象

空调系统不能正常工作（包括风扇和压缩机）。

2. 故障原因

1）驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7. 5A）熔丝熔断。

2）空调压力开关连接电路异常。

3）空调压力开关异常。

4）车内温湿控制装置或加热器控制板异常。

3. 故障检修方法

1）对驾驶席侧仪表板下的熔断器/继电器盒内 No. 3（7. 5A）熔丝进行检查，若发现熔丝熔断应及时更换。

2）拆下空调压力开关的 2 芯插头，接通点火开关测量其端子 2 与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V。若实际测量值与之不相符，则说明空调压力开关与 ECM/ PCM 模块之间的连接电路故障，应该对此电路进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

3）连接好空调压力开关，接通点火开关，测量空调压力开关端子与端子 2 的导通情况。若实际测量结果不能正常导通，此时应对制冷系统的压力进行检测；若制冷系统内的压力异常，而空调压力开关正常，应排除空调系统的压力故障；若制冷系统压力正常，则说明空调压力开关故障，此时应更换空调压力开关。

4）断开车内温湿控制装置的 20 芯插头（或加热器控制板 22 芯插头），接通点火开关。测量车内温湿控制装置的 20 芯插头端子 2（或加热器控制板端子 5）与车身搭铁之间的电压，正常约为电源电压 12V。若实际测量值与之不相符，则说明车内温湿控制装置（或加热器控制板）与空调压力开关之间的连接电路故障，应该对此连接线进行维修，必要时更换已损坏的连接线。

5）经过上述检修后并连接好所有插头，若空调系统的压缩机和风扇仍然不能正常工作，则说明车内温湿控制装置（或加热器控制板）故障。应对其进行维修，必要时予以更换。

QICHE KONGTIAO YINGYONG YU WEIXIU
CONG RUMEN DAO JINGTONG

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-42590-8
策划编辑◎刘　煊/ 封面设计◎赵颖喆



定价：65.00元